

# Milieugerelateerde materiaalprestatie van gebouw- elementen

SAMEN MAKEN WE  
MORGEN MOOIER





# **Milieugerelateerde materiaalprestatie van gebouwelementen**







# Documentbeschrijving

1. *Titel publicatie*  
Milieugerelateerde materiaalprestatie van gebouwelementen
2. *Verantwoordelijke Uitgever*  
Danny Wille, OVAM, Stationsstraat 110, 2800 Mechelen
3. *Wettelijk Depot nummer*  
D/2012/5024/56
4. *Aantal bladzijden*  
359
5. *Aantal tabellen en figuren*  
37 tabellen en 172 figuren
6. *Prijs\**  
/
7. *Datum Publicatie*  
September 2012
8. *Trefwoorden*  
bouwmaterialen; gebouwelementen; milieu-impacten; evaluatie; bepalingmethode
9. *Samenvatting*  
Vandaag moeten bouwprofessionals en de overheid vaak beroep doen op buitenlandse milieuclassificatiesystemen om een inzicht te krijgen in de **milieugerelateerde materiaalprestatie van gebouw(element)en**. Deze tools en informatie zijn echter vaak niet transparant en/of niet specifiek gerelateerd aan de Vlaams-Belgische bouwcontext. In deze studie werd een expert-rekenmodel ontwikkeld, een beperkte databank van milieuprofielen van 115 gebouwelementvarianten, die specifiek zijn voor de Vlaams-Belgische bouwcontext, alsook een evaluatietool ontwikkeld voor de OVAM, die toegang geeft tot de milieuprofielen van de verschillende elementvarianten. Aanvullend werden enkele onzekere levenscyclusparameters en -scenario's onderzocht. Via deze studie werd dan ook de basis gelegd voor een - verder te ontwikkelen - dynamische databank van milieuprofielen waarbij alle parameters en scenario's opgenomen kunnen worden.
10. *Begeleidingsgroep en/of auteur*  
Auteurs: Wim Debacker (VITO), Karen Allacker (KULeuven), Frank De Troyer (KULeuven), An Janssen (WTCB), Laetitia Delem (WTCB), Karolien Peeters (VITO), Leo De Nocker (VITO), Carolin Spirinckx (VITO), Johan Van Dessel (WTCB)
11. *Contactperso(n)en(en)*  
OVAM – Roos Servaes, Philippe Van de Velde  
VITO – Wim Debacker, Carolin Spirinckx  
KULeuven – Frank De Troyer  
WTCB – Johan Van Dessel
12. *Andere titels over dit onderwerp*  
-

Gegevens uit dit document mag u overnemen mits duidelijke bronvermelding.

De meeste OVAM-publicaties kunt u raadplegen en/of downloaden op de OVAM-website: <http://www.ovam.be>



# Inhoudstafel

<b>1</b>	<b>Inleiding</b>	<b>9</b>
1.1	Achtergrond	9
1.2	Plan van aanpak	9
1.3	Opbouw van het rapport	10
<b>2</b>	<b>Bepalingsmethode</b>	<b>13</b>
2.1	Inleiding	13
2.2	Doel en reikwijdte	13
2.2.1	Functionele eenheid	13
2.2.2	Beschouwde levensduur	14
2.2.3	Systeemgrenzen	14
2.3	Scenario's voor het definiëren van gebouwlevenscyclus	17
2.3.1	Scenario's aangaande de productfase	17
2.3.2	Scenario's aangaande de bouwfase	19
2.3.3	Scenario voor het energieverbruik tijdens de gebruiksfase	21
2.3.4	Scenario aangaande de einde-levensduur-fase van bouwmaterialen	21
2.4	Levenscyclusinventarisatie	28
2.4.1	Vervangingen	28
2.4.2	Dataverzameling	28
2.5	Levenscycluseffectenbeoordeling	29
2.5.1	Selectieprocedure	29
2.5.2	Bepaling van de individuele milieu-impactscores	29
2.5.3	Bepaling van de geaggregeerde milieuscore	33
2.6	Overzicht	34
<b>3</b>	<b>Monetarisatie</b>	<b>37</b>
3.1	Monetarisatie van milieu-impacten	37
3.1.1	Monetarisatie: het concept	37
3.1.2	Monetarisatie: de methoden	37
3.2	Weging van milieu-impacten	41
3.3	Aanpak binnen MMG-studie	42
3.4	Eerste inzichten	44
<b>4</b>	<b>Modellering</b>	<b>45</b>
4.1	Inleiding	45
4.2	Rekenmodel met hiërarchische structuur	45
4.2.1	Vier analyseniveaus	45
4.2.2	Drie databanken	46
4.3	Databank Materialen	48
4.3.1	Inleiding	48
4.3.2	Databank Materialen	48
4.3.3	Monetarisatie	53
4.3.4	Basisdatabanken	53
4.3.5	Scenario's	57
4.3.6	Visualisatie van de resultaten op materiaalniveau	61
4.4	Databank Verwerkte Materialen	63
4.4.1	Inleiding	63
4.4.2	Databank Verwerkte Materialen	63
4.4.3	Databank Schoonmaak en onderhoud	67
4.4.4	Visualisatie van de resultaten op verwerkt materiaalniveau	69
4.5	Databank Elementen	73
4.5.1	Samenvatting voorbereidende Databank Verwerkte Materialen	73
4.5.2	Databank Elementen	77
4.5.3	Visualisatie van de resultaten	80
4.6	Eerste aanzet tot analyse op gebouwniveau	84
<b>5</b>	<b>Milieu-impacten geselecteerde materialen</b>	<b>87</b>

5.1	Inleiding	87
5.2	Bespreking van resultaten	89
5.2.1	EPDM	89
5.2.2	Cellenbeton	91
5.2.3	Cellulosevlokken	93
5.2.4	Betonstaal	95
5.2.5	Gewoon stortbeton	97
5.2.6	Gerecycleerd stortbeton (100%)	99
5.2.7	Gezaagd zachthout volgens de Belgische houtmix	101
5.2.8	Snelbouwbaksteen	103
5.2.9	Rotswol	105
5.2.10	PUR (harde plaat)	107
5.3	Conclusies	109
<b>6</b>	<b>Milieu-impacten geselecteerde verwerkte materialen</b>	<b>111</b>
6.1	Inleiding	111
6.2	Bespreking van de resultaten	113
6.2.1	Gelijmd EPDM dakmembraan	113
6.2.2	Vloerplaat in gewapend beton (15 cm)	116
6.2.3	Betonnen welfsels met druklaag	120
6.2.4	Gelijmde kurk als vloerbedekking	124
6.2.5	Wand in gelijmde cellenbetonblokken	128
6.2.6	Wand in gemetste snelbouwbaksteen	131
6.2.7	Houtskeletwand, gevuld met cellulose-isolatie	134
6.2.8	Stucco op geëxpandeerde polystyreenplaten	138
6.2.9	Gipskartonplaat op een houten onderstructuur	142
6.2.10	Gipspleister (als binnenafwerking)	146
6.3	Conclusies	149
<b>7</b>	<b>Milieu-impacten geselecteerde gebouwelementen</b>	<b>151</b>
7.1	Analyse van één elementvariant	160
7.2	Analyse van de bijdragen van de verschillende verwerkte materialen in één elementvariant	162
7.3	Vergelijking tussen verschillende elementvarianten	163
7.4	Analyse in niet-monetaire eenheden	171
<b>8</b>	<b>Gevoeligheidsanalyses</b>	<b>175</b>
8.1	Inleiding	175
8.2	Overzicht van de resultaten	176
8.3	Bespreking van de resultaten	180
8.3.1	Monetarisatie	180
8.3.2	Initieel transport van bouwmaterialen van fabriek tot werf	181
8.3.3	EOL-behandeling en transport van bouw-en sloopafval	182
8.3.4	Fractie materiaalverliezen op de werf	184
8.3.5	Levensduur gebouw	184
8.4	Conclusies	185
<b>9</b>	<b>Consultatie</b>	<b>187</b>
9.1	Consultatie beleidsmakers	187
9.1.1	Beleidsdomeinen van de ondervraagde bouwgerelateerde milieu-administraties	187
9.1.2	Opbouw van de relatie tussen relevante milieuthema's en milieu-indactoren binnen de MMG-studie	188
9.2	Consultatie stakeholders	189
9.2.1	Beleidsdoelstellingen inzake onderzoeksopdracht MMG	189
9.2.2	Monetarisatie	192
9.2.3	Methodiek/Bepalingsmethode	193
9.2.4	Data	195
9.2.5	MMG-databank	196
<b>10</b>	<b>Conclusies en aanbevelingen</b>	<b>197</b>
1.1	Algemene besluiten	197



1.2	Aanbevelingen	197
1.2.1	Verder onderzoek	197
1.2.2	Beleidsaanbevelingen	200
<b>Bijlage 1.</b>	<b>Achtergrond monetarisatie</b>	<b>203</b>
1.1	Inleiding	203
1.2	Broeikaseffect	203
1.2.1	Verantwoording	203
1.2.2	Achtergrondinformatie en discussie	204
1.3	Aantasting van de stratosferische ozonlaag	206
1.3.1	Verantwoording	206
1.3.2	Achtergrondinformatie en discussie	206
1.4	Verzuring	207
1.4.1	Verantwoording	207
1.4.2	Achtergrondinformatie en discussie	207
1.5	Vermesting van zoete en mariene waters	208
1.5.1	Verantwoording	209
1.5.2	Achtergrondinformatie en discussie	209
1.6	Vorming van fotochemische oxidanten	211
1.6.1	Verantwoording	211
1.6.2	Achtergrondinformatie en discussie	211
1.7	Uitputting van niet-fossiele grondstoffen	212
1.7.1	Verantwoording	212
1.7.2	Achtergrondinformatie en discussie	212
1.8	Uitputting van fossiele grondstoffen	213
1.8.1	Verantwoording	213
1.8.2	Achtergrondinformatie en discussie	213
1.9	Humane gezondheid	213
1.9.1	Verantwoording	213
1.9.2	Achtergrondinformatie en discussie	214
1.10	Fijnstofvorming	214
1.10.1	Verantwoording	214
1.10.2	Achtergrondinformatie en discussie	217
1.11	Landgebruik	217
1.11.1	Verantwoording	217
1.11.2	Achtergrondinformatie en discussie	218
1.12	Watergebruik	219
<b>Bijlage 2.</b>	<b>Fiche levenscyclusinventarisatie</b>	<b>221</b>
<b>Bijlage 3.</b>	<b>LCA van materialen op basis van sector- of productspecifieke LCI</b>	<b>231</b>
	ISOVER glaswolisolatie	232
	ROCKWOOL rotswolisolatie	234
	ETERNIT leien	236
	BBF snelbouwbaksteen	238
	BBF lichtgewicht snelbouwbaksteen	240
	BBF gevelsteen	242
	BBF kleidakpan	244
	BLGV / Gyproc: gipskartonplaat	246
<b>Bijlage 4.</b>	<b>Beschrijving van gebouwelementvarianten</b>	<b>248</b>
	Vloer op volle grond	249
	Buitenwand	254
	Niet-dragende binnenwand	277
	Dragende binnenwand	281
	Verdiepingsvloer	283
	Trap	292
	Plat dak	294
	Hellend dak	304
	Raam	316
	Binnenschrijnwerk	317

<b>Bijlage 5. Individuele milieuprofielen van de elementvarianten</b>	<b>318</b>
CEN milieu-indicatoren	318
CEN+ milieu-indicatoren	328
<b>Bijlage 6. Lijst van tabellen</b>	<b>339</b>
<b>Bijlage 7. Lijst van figuren</b>	<b>341</b>
<b>Bijlage 8. Bibliografie</b>	<b>351</b>

# 1 Inleiding

## 1.1 Achtergrond

De impact van de bouwwereld op de natuur en de maatschappij is groot en wereldwijd. Niet alleen is het energieverbruik van het huidige gebouwpatrimonium verantwoordelijk voor ongeveer één derde van de broeikasgasemissies. Daarnaast zijn het bouwen, het verbouwen en het onderhouden ervan verantwoordelijk voor ongeveer 40% van de consumptie van grondstoffen (UNEP 2007). Gebaseerd op een bouwtypologisch onderzoek van het Belgisch woningpatrimonium, zijn bouwmaterialen verantwoordelijk voor ongeveer 10 tot 30 percent van de externe milieukosten over de gehele levenscyclus van een typische Belgische woning gebouwd voor 2001 (Allacker et al 2011, Allacker 2010). Men verwacht dat dit relatief aandeel de komende decennia nog zal stijgen, gezien het aandeel van energiegebonden externe milieukosten sterk zal dalen door het bouwen en verbouwen van/naar lage-energie, passief-, nulenergie- en actieve gebouwen. Het is daarom noodzakelijk om een duidelijk inzicht te krijgen in de **milieugerelateerde materiaalprestaties van gebouw(element)en** (MMG).

Beslissingsmakers – zoals architecten, studiebureaus, aannemers, gebouweigenaars, projectontwikkelaars en de overheid – hebben echter vaak een tekort aan milieugerelateerde informatie om op een objectieve en transparante manier milieuvriendelijke materiaaloplossingen te creëren, te selecteren of te ondersteunen. Daarenboven zijn sommige producenten en verdelers zich niet bewust van de potentiële milieu-impacten van bouwproducten over hun gehele levenscyclus. Een kwantitatieve evaluatie is dus onontbeerlijk om deze potentiële milieu-impacten te identificeren en te vermijden vanaf het ontwerpproces. Idealiter zouden ontwerpteams tijdens het ontwerpproces van een gebouwelement – zoals een vloer, een buiten- en/of een binnenwand, een plat en/of een hellend dak – rekening houden met de milieuprestaties van bouwmaterialen over de gehele levenscyclus ervan – naast onder andere technische prestaties, financiële kosten en de kwaliteiten ervan. Vandaag moeten bouwprofessionals en de overheid echter beroep doen op buitenlandse milieuclassificatiesystemen zoals de Britse “Green Guide to Specification” (BRE 2011) en het Nederlandse “NIBE’s Basiswerk Milieuclassificaties Bouwproducten” (NIBE 2011a, 2011b, 2011c), buitenlandse levenscyclusinventarisatiedatabases (LCI) zoals het Zwitserse “ecoinvent” (v2.2, 2010) of publiek beschikbare labels, zelfverklaringen en Environmental Product Declarations (EPD’s). Deze tools en informatie zijn echter vaak niet transparant en/of niet specifiek gerelateerd aan de Vlaams-Belgische bouwcontext.

Omwille van deze redenen werd door de Openbare Vlaamse Afvalstoffenmaatschappij (OVAM) in 2011 een onderzoeksopdracht gegund aan de Vlaamse Instelling voor Technologisch Onderzoek (VITO, unit TEM), in samenwerking met de Katholieke Universiteit Leuven (KU Leuven, departement ASRO) en het Wetenschappelijk en Technisch Centrum voor het Bouwbedrijf (WTCB, labo Duurzame Ontwikkeling), om een expert-rekenmodel te ontwikkelen, alsook een beperkte databank van milieuprofielen van 115 gebouwelementvarianten, die specifiek zijn voor de Vlaams-Belgische bouwcontext.

## 1.2 Plan van aanpak

De studie bestond uit 4 grote onderzoekstaken. De ontwikkeling van het expert-rekenmodel begon met het opstellen van de bepalingsmethode voor het berekenen van de milieugerelateerde materiaalprestatie van gebouwelementen (taak 1). Als basis voor de milieuevaluatiemethodiek werd geopteerd voor de internationaal gedragen levenscyclusanalyse (LCA). Vervolgens werden op basis van deze bepalingsmethode een rekenmodel en database opgemaakt voor verwerkte materialen (taak 2) en een rekenmodel en database voor gebouwelementen (taak 3). Tot slot werd een beperkte evaluatietool ontwikkeld voor de OVAM, die toegang geeft tot de (gedetailleerde) milieuprofielen van de verschillende elementvarianten. Dit instrument werd geïnstalleerd bij de OVAM en de betrokken medewerkers werden van een opleiding voorzien (taak 4).

Gezien het de wil is van de OVAM en het onderzoeksconsortium om een breed draagvlak te creëren, werden op belangrijke beslissingsmomenten tijdens het onderzoeksproject publieke

consultaties gehouden met verscheidene stakeholders. Op deze overlegmomenten werden experts vanuit de bouwmaterialensector, bouwmaterialproducenten, architectenorganisaties, adviseurs in duurzaam bouwen en materiaalbeheer, alsnog experts vanuit de Vlaamse, Brusselse, Waalse en federale overheidsadministraties uitgenodigd om enerzijds hun mening en advies te geven, alsnog om hen te betrekken bij de evaluatiestappen door zelf producent- en sectorspecifieke LCI-data aan te leveren.

Om in lijn te zijn met de bestaande Europese initiatieven op vlak van milieuevaluatie van gebouwen en bouwproducten werd vanaf de start van het project rekening gehouden met de recente Europese normering voorgelegd door CEN TC 350<sup>1</sup> en de aanbevelingen door de Europese onderzoeksinstituut "Institute for Environment and Sustainability" (JRC) op vlak van milieu-indicatoren en impactmethodes<sup>2</sup>. Op vraag van de OVAM werden aanvullende milieu-indicatoren gekozen om een beter inzicht te krijgen in de milieu-impacten van gebouwelementen. Deze milieu-indicatoren worden apart gerapporteerd onder de naam "CEN+ indicatoren". Om een beslissingsgerichte selectie van materiaaloplossingen toe te laten, werden zowel de CEN als CEN+ indicatoren geaggregeerd door de karakterisatiewaarden per milieu-indicator te monetariseren. Hierbij wordt de schade aan het milieu en/of de mens uitgedrukt in een financiële kost om de potentiële schade te vermijden of om opgelopen schade te verhelpen. Ook deze geaggregeerde milieuscores worden apart gerapporteerd. Om voldoende generieke milieudata ter beschikking te hebben, werd de uitgebreide Zwitserse LCI-databank ecoinvent zo veel mogelijk geharmoniseerd tot de Vlaams-Belgische bouwcontext. Deze generieke data werden vervolgens aangevuld met de specifieke LCI aangeleverd door Belgische producenten of sectororganisaties.

Het opleveren van een expert-rekenmodel, de beperkte milieuprofielendatabank van gebouwelementen en de evaluatietool vormt de eerste transitiestap naar duurzaam materiaalbeheer binnen de Vlaams-Belgische bouwpraktijk, namelijk het leveren van transparante en objectieve milieu-informatie van de huidige bouwpraktijk. In de (nabije) toekomst zullen deze instrumenten uitgebreid moeten worden naar een breed publiek (en overheid) met een beperkte of geavanceerde kennis inzake duurzaam bouwen. Samen met een solide en gedragen duurzaamheidsvisie zal dit hopelijk de basis leggen voor kleine en grote (bouw)experimenten, die uiteindelijk zullen leiden tot een effectief duurzame bouwmaterialenpraktijk en een duurzaam materialenbeleid.

## 1.3 Opbouw van het rapport

Naast dit inleidend hoofdstuk schetsen 9 andere hoofdstukken (aangevuld met bijlagen) een beeld van het doorlopen studietraject.

In [Hoofdstuk 2](#) wordt de op LCA-gebaseerde bepalingmethode uit de doeken gedaan. Hierin wordt een duidelijke definitie gegeven van de doelstellingen en de reikwijdte van de studie en wordt dieper ingegaan op de gebruikte LCI-data en de opbouw van scenario's doorheen de levenscyclus van de gebouwelementen. Tevens wordt er uitgelegd hoe een selectie van CEN en CEN+ milieu-indicatoren berekend worden en onder welke vorm ze gecommuniceerd worden, zijnde via individuele, gemonetariseerde en geaggregeerde scores.

In [Hoofdstuk 3](#) wordt er dieper ingegaan op de rol van monetarisatie binnen de bepaling van de milieuscores. Per indicator worden een monetarisatiefactor en een onzekerheidsinterval bepaald op basis van een vooraf bepaalde eenheid. [Bijlage 1](#) geeft een gedetailleerde achtergrond van deze bepaling.

Vervolgens wordt er in [Hoofdstuk 4](#) uitgelegd hoe de (generieke) LCI-data en de opgebouwde scenario's gemodelleerd moeten worden om de milieuscores te bekomen op verschillende schaalniveaus: materiaal, verwerkt materiaal, element en gebouw.

In [Hoofdstuk 5](#), [6](#) en [7](#) worden achtereenvolgens enkele resultaten op materiaal-, verwerkt materiaal- en elementniveau in detail besproken. Er wordt dieper ingegaan op de mate waarin achterliggende processen, levenscyclusfases en/of (verwerkte) materialen bijdragen tot de

<sup>1</sup> Op basis van EN 15804 ([CEN 2012](#)), EN15978 ([CEN 2011a](#)), EN15643-2 ([CEN 2011b](#)) en TR 15942 ([CEN 2010](#)) opgesteld door CEN TC350: Technical Committee on sustainability (assessment) of construction works of the European normalisation centre (CEN)

<sup>2</sup> Op basis van het International Reference Life Cycle Data System Handbook ([JRC 2011](#))



milieuscores. In [Bijlage 3](#) worden de resultaten opgenomen van enkele bouwmaterialen op basis van producent- en sectorspecifieke LCI-data. [Bijlage 2](#) geeft een weergave van de LCI-fiche die gebruikt werd om de specifieke LCI-data op te vragen. [Bijlage 4](#) geeft een beschrijving van de bestudeerde gebouwelementvarianten in deze studie.

Gezien de milieuscores mede gekarakteriseerd worden door enkele nader te bepalen parameters, zoals de levensduur van het gebouw, de transport- en end-of-lifescenario's, het aandeel materiaalverlies tijdens de bouwfase en de monetarisatiefactoren, worden in [Hoofdstuk 8](#) de resultaten van enkele gevoeligheidsanalyses besproken.

[Hoofdstuk 9](#) gaat dieper in op de rol van bouwprofessionals en milieuadministraties in het verloop van het project via consultatiemomenten.

Als afsluitend hoofdstuk geeft [Hoofdstuk 10](#) een overzicht van de conclusies, (beleids)aanbevelingen en mogelijke verdere onderzoeks- en ontwikkelingspistes.

Tenslotte wordt in [Bijlage 5](#), [Bijlage 6](#) en [Bijlage 7](#) respectievelijk een overzicht gegeven van de gebruikte tabellen, figuren en referenties in het rapport.

Deze studie is tot stand gekomen dankzij het advies van de stuurgroep, bestaande uit de volgende leden:

- Roos Servaes (OVAM)
- Philippe Van de Velde (OVAM)
- Damiaan De Backer (OVAM)
- Arne Daneels (LNE)
- To Simons (CeDuBo)
- Dieter De Lathauwer (FOD Volksgezondheid, Veiligheid van de Voedselketen en Leefmilieu)
- Catherine Grimonpont (FOD Economie)
- Caroline Henrotay (BIM)
- Virginie Lambert (BIM)
- Patricia Denis (SPW)
- Claude Marchal (SPW)



## 2 Bepalingsmethode

### 2.1 Inleiding

Opdat milieugerelateerde materiaalprestaties van gebouwen – en in het bijzonder gebouwelementen – berekend en eenduidig gecommuniceerd kunnen worden, is een transparant methodologisch kader noodzakelijk. In dit hoofdstuk wordt de achterliggende bepalingmethode van het expert-rekenmodel in detail besproken. Deze methode is in lijn met de Europese normen voor de milieuevaluatie van gebouwen, die recentelijk ontwikkeld werden binnen CEN TC350<sup>3</sup>:

- EN 15804 Sustainability of construction works – Environmental product declaration – Core rules for the product category of construction products (CEN 2012)
- EN 15978 Sustainability assessment of construction works – Assessment of environmental performance of buildings – Calculation method (CEN 2011a)
- EN 15643-2, Sustainability of construction works - Assessment of buildings - Part 2: Framework for the assessment of environmental performance (CEN 2011b)
- TR 15941 Sustainability of construction works - Environmental product declaration – Methodology for selection and use of generic data (CEN 2010)

**Bijgevolg zijn enkel de aanvullingen, afwijkingen en verduidelijkingen op deze normen en aangenomen waardes en scenario's, die specifiek zijn voor het hier ontwikkelde model in de bepalingmethode weergegeven.**

De ontwikkeling van de MMG-bepalingmethode is tot stand gekomen in breed overleg met de bouwsector en verschillende overheidsadministraties. Op verscheidene overlegmomenten werden experts vanuit de bouwmaterialensector, bouwmaterialproducenten, architectenorganisaties, adviseurs in duurzaam bouwen en materiaalbeheer, alsnog experts vanuit de Vlaamse, Brusselse, Waalse en federale overheidsadministraties uitgenodigd om hun mening te geven over enerzijds de opdracht en anderzijds de MMG-methodologie. Dit heeft geleid tot drie revisies van de bepalingmethode, waarvan hier de laatste versie wordt gerapporteerd.

De meest voorkomende vragen en antwoorden werden gebundeld in [Hoofdstuk 9](#).

### 2.2 Doel en reikwijdte

Doel van het ontwikkelde expert-rekenmodel is voor een aantal gebouwelementen de milieu-impacten, op milieu-impactcategorie- en op geaggregeerd niveau, te kunnen berekenen en zo een beter inzicht te verwerven in de milieugerelateerde materiaalprestatie van gebouw(element)en binnen een Vlaams/Belgische context en rekening houdend met de volledige levenscyclus van het gebouw(element). Aspecten die van belang zijn voor de levenscyclusanalyse worden hieronder weergegeven.

#### 2.2.1 Functionele eenheid<sup>4</sup>

Het hierbij ontwikkelde expert-rekenmodel en de bijhorende evaluatietool zijn in eerste instantie bedoeld voor een evaluatie op elementniveau<sup>5</sup>. De functionele eenheid wordt bepaald als 1m<sup>2</sup> van een element (bv. 1m<sup>2</sup> buiten- of binnenwand of 1m<sup>2</sup> vloer) dat in de praktijk gebouwd wordt en dat niet op alle mogelijke prestaties hetzelfde scoort. Het voordeel hiervan is dat dit toelaat zich te concentreren op één of meerdere elementen zonder een volledig gebouw te moeten ontwerpen. Een nadeel van enkel op elementniveau te werken is dat bepaalde keuzes voor één element soms invloed hebben op andere elementen (bv. bredere fundering indien dikkere

---

3 CEN TC350: Technical Committee on sustainability (assessment) of construction works of the European normalisation centre (CEN)

4 In lijn met EN 15978:2011 §7.2 en EN 15804:2012 §6.3.1

5 Een bouwelement is een onderdeel van een gebouw, zoals een binnen- of buitenwand, een verdiepingsvloer of vloer op volle grond, een hellend of plat dak, dat opgebouwd is uit meerdere bouwproducten (hier gedefinieerd als verwerkte materialen). Er wordt rekening gehouden met de volledige levenscyclus van dit element in zijn toepassing in het gebouw.

isolatie in de spouw) en dit enkel op gebouwniveau geanalyseerd kan worden. Daarenboven komt, afhankelijk van de gebouwlay-out, een element meer of minder voor per m<sup>2</sup> vloer (bijvoorbeeld m<sup>2</sup> dak voor appartement of bungalow). De “elementmethode” moet echter als een eerste stap gezien worden naar een mogelijk latere uitbreiding op gebouwniveau.

De uiteindelijke vergelijking per functionele eenheid moet ook gebaseerd zijn op de technische prestaties van het gebouw(element) en moet dus o.a. de energetische en akoestische prestaties bevatten. Hoofddoel van deze studie is echter de materiaalgerelateerde milieu-impact van verschillende gangbare technische oplossingen te kunnen vergelijken. Bijgevolg zijn dergelijke prestaties niet opgenomen in de definitie van de functionele eenheid. Om aangaande de energetische prestaties de varianten toch op een gelijkwaardige voet te kunnen vergelijken (en dus te voorkomen dat de minder geïsoleerde varianten een gunstiger materiaalgebonden milieuprofiel zouden hebben), wordt de invloed op het energieverbruik voor verwarming wel apart begroot aan de hand van de equivalente-graaddagen-methode (zie [paragraaf 2.3.3](#)).

## 2.2.2 Beschouwde levensduur<sup>6</sup>

Specifieke vereisten voor de levensduur van het gebouw worden meestal door de opdrachtgever vastgelegd. Bij gebrek aan zulke vereisten wordt voor de algemene bepalingsmethode gewerkt met een standaard evaluatieperiode van 60 jaar voor zowel woningen, kantoren, scholen als winkels<sup>7</sup>. Via gevoeligheidsanalyses zal de invloed van deze parameter onderzocht worden (zie [Hoofdstuk 8](#)).

De gemiddelde **levensverwachting** van gebouwen is doorgaans langer dan 60 jaar, maar men gaat ervan uit dat na 60 jaar het gebouw heel waarschijnlijk zo grondig gerenoveerd zal worden dat op de structuur na, relatief weinig van de originele materialen zullen aanwezig zijn<sup>8</sup>. Kantoren en winkels zijn nog vlugger onderhevig aan grondige renovatie dan woningen, maar de dragende elementen gaan in principe ook wel minimum 60 jaar mee, vandaar dat er voor eenzelfde evaluatieperiode geopteerd wordt. Het feit dat kantoren en winkels vlugger aan renovatie toe zijn wordt echter in acht genomen door voor de niet-dragende elementen (bv. niet-dragende binnenwanden) en alle afwerkingen (bv. valse plafonds, vloerbekledingen) een (veel) kortere levensduur toe te kennen.

## 2.2.3 Systeemgrenzen<sup>9</sup>

In de Europese normen ([CEN 2011a](#), [CEN 2012](#)) wordt de levenscyclus van een gebouw onderverdeeld in een aantal fasen of modules (zie

[Figuur 1](#)) met telkens welbepaalde grenzen. Als basisregel geldt hierbij dat een impact wordt toegekend aan de fase waarin hij plaatsvindt.

Binnen de bepalingsmethode wordt omwille van praktische redenen soms van deze grenzen afgeweken of wordt omwille van onduidelijkheden of tegenstellingen in de normen een eigen interpretatie gegeven. Alle aanvullingen, verduidelijkingen en afwijkingen op deze normen worden hieronder weergegeven.

---

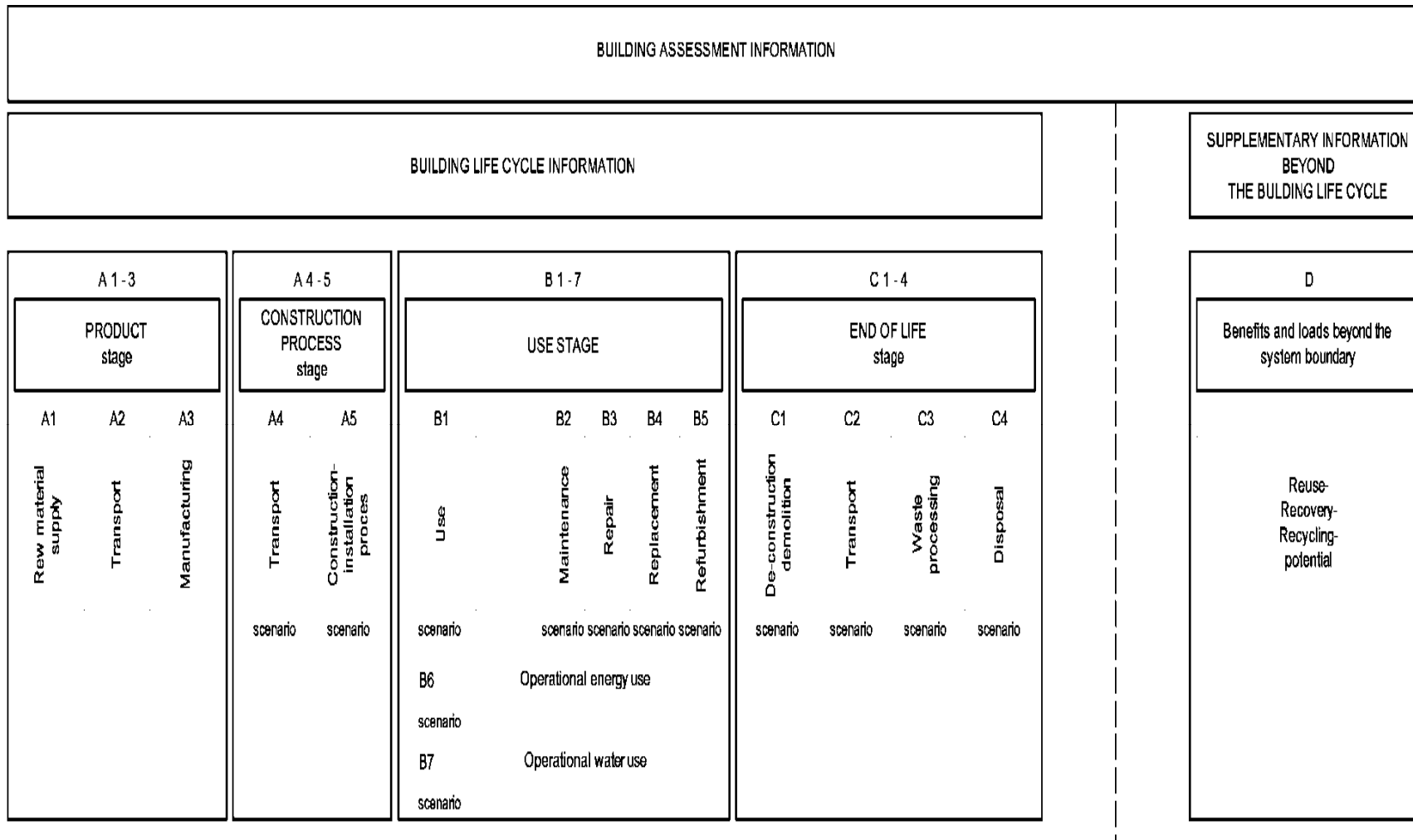
<sup>6</sup> In lijn met EN 15978:2011 §7.2

<sup>7</sup> ondermeer gebaseerd op gehanteerde levensduur in gangbare LCA tools.

<sup>8</sup> In het model wordt voor vervangingen aangenomen dat de materialen steeds vervangen worden door eenzelfde materiaal. Hoe langer de evaluatieperiode, hoe meer deze aanname en dus de resultaten zullen afwijken van de realiteit. De kans is immers groot dat in de toekomst materialen op het einde van hun levensduur niet vervangen zullen worden door identieke materialen (o.a. omwille van de verandering in energetische, akoestische of esthetische eisen en technische evolutie).

<sup>9</sup> In lijn met EN 15978:2011 §7.4, EN 15804:2012 §6.3.4





**Figuur 1: Overzicht van de beschouwde levenscyclusfases en systeemgrenzen binnen de Europese norm EN 15978:2011 (CEN 2011a)**

### 2.2.3.1 Productfase (modules A1-A3)<sup>10</sup>

In principe hoort enkel de impact van de productie van de verpakkingen thuis in de productfase en de afvalverwerking van de verpakking in de bouwfase (daar waar de impact plaatsvindt). In de gebruikte generieke LCI databank (i.e. ecoinvent v2.2) wordt de afvalverwerking van verpakking echter binnen de productiefase van het materiaal dat gerelateerd is aan de verpakking opgenomen. Deze gedachtegang werd aangehouden in de opbouw van de generieke LCI-data.

### 2.2.3.2 Bouwfase (modules A4-A5)<sup>11</sup>

EN 15978 § 7.4.3.1 stelt dat de impact gerelateerd aan het produceren van kapitaalgoederen (bv. vrachtwagens) buiten beschouwing moet gelaten worden voor de bouwfase (CEN 2011a). Deze bepaling komt echter niet terug in de norm op productniveau (EN 15804 § 6.3.4.3). Bovendien stelt deze laatste uitdrukkelijk dat alle input- en outputprocessen waarvoor data beschikbaar is, moeten beschouwd worden (cf. §6.3.5 Criteria for the exclusion of inputs and outputs) (CEN 2012). Bijgevolg zal de impact van de kapitaalgoederen in deze fase wel in acht genomen worden<sup>12</sup>.

#### Transport van bouwmaterialen (A4)

Hoewel een zeker aandeel materialen verloren gaat tijdens het transport van de fabriek naar de werf (module A4), worden omwille van praktische redenen alle materiaalverliezen volledig toegekend aan het bouwproces zelf (module A5). Bij gebrek aan data wordt het transport van het bouwmaterieel (kranen, betonmolens, e.a.) verwaarloosd.

#### Bouwactiviteiten (A5)

Binnen module A5 wordt voornamelijk het bouwafval op de bouwplaats beschouwd (cf. productie, transport en afvalverwerking van afval van materialen als overschot, snijresten, breuk, e.a.) en slechts in beperkte mate (indien relevant) ook de impact van de bouwactiviteiten (bv. water en elektriciteitsverbruik voor het inblazen van cellulose).

Zoals eerder vermeld, wordt om praktische redenen de impact gerelateerd aan de afvalverwerking van materiaalverpakkingen niet binnen de bouwactiviteiten beschouwd, maar wel binnen de productfase.

### 2.2.3.3 Gebruiksfase (modules B1-B7)<sup>13</sup>

Periodieke herstellingen worden omwille van praktische redenen samen met onderhoudsactiviteiten gemodelleerd. Gezien de analyse hier op elementniveau gebeurt en renovatieactiviteiten per definitie<sup>14</sup> betrekking hebben op een significant deel van het gebouw, worden geen renovatieactiviteiten berekend.

10 Volgens EN 15804:2012 §6.2.2 omvat de productfase de extractie van grondstoffen (en teelt van organische stoffen) en de verwerking ervan, de verwerking van de secundaire materiaalinput (vb. recyclageprocessen), het transport naar de fabriek (of gelijkaardig) en de vervaardiging van het (deel)product, inclusief het voorzien van alle materialen, producten, energie, alsnog afvalverwerking (tot de end-of-waste status of afdanken van de afvalresten) tijdens de productfase.

11 Volgens EN 15804:2012 §6.2.3 omvat de bouwfase het transport van bouwgerelateerde goederen naar de werf en de constructie/installatie ervan op de site, inclusief het voorzien van alle materialen, producten, energie, alsnog afvalverwerking (tot de end-of-waste status of afdanken van de afvalresten) tijdens de bouwfase.

12 Voor de andere fasen wordt in de normen niet expliciet vermeld of de impact van de kapitaalgoederen wel of niet moet beschouwd worden. Binnen het ontwikkelde model zal daarom steeds de impact van de kapitaalgoederen meegenomen worden.

13 Volgens EN 15804:2012 §6.2.4 omvat de materiaalgerelateerde gebruiksfase het gebruik of de toepassing van het "geïnstalleerde product", het onderhoud, de herstellingen, de vervanging en de renovatie van het gebouw, inclusief het voorzien en het transport van de benodigde materialen, producten en het gerelateerde energie- en waterverbruik, alsnog de afvalverwerking (tot de end-of-waste status of afdanken van de afvalresten) tijdens de gebruiksfase. Ook materiaalverliezen worden hier inbegrepen. Anderzijds wordt binnen de exploitatie geïnventariseerd via het verbruik van energie (door verwarming en andere technische installaties) en (sanitair warm) water, inclusief het voorzien en het transport van de benodigde materialen en producten en het voorzien van water en energie.

14 Zie EN 15804:2012 §6.3.4.4.2; "B5-refurbishment: these activities cover a concerted programme of maintenance, repair and/or replacement activity, across a significant part or whole section of the building"

Wat betreft de modules aangaande de normale functioneringsactiviteiten van het gebouw (B6-B7: energie- en waterverbruik) wordt voor de analyse op elementniveau enkel het energieverbruik voor verwarming in beperkte mate beschouwd (zie [paragraaf 2.3.3](#)) en afzonderlijk weergegeven.

#### 2.2.3.4 End-of-life (modules C1-C4)<sup>15</sup>

In geval van afvalverbranding met energierecuperatie zijn er twee mogelijkheden:

- A. De afvalverbranding voldoet niet aan de criteria voor valorisatie<sup>16</sup> ([EU 2008](#)): in dit geval wordt de impact van het verbrandingsproces (met inbegrip van de verwerking en het transport van afval naar de verbrandingsoven) volledig toegekend aan het gebouw(element) of verwerkt materiaal (module C). De energie die geproduceerd wordt door de afvalverbrandingsovens is dus gratis in termen van milieu-impacten (want alle impacten worden door het gebouw gedragen).
- B. De afvalverbranding voldoet aan de criteria voor valorisatie<sup>17</sup> ([EU 2008](#)): in dit geval valt de impact van het verbrandingsproces buiten de systeemgrenzen. Met andere woorden wordt de impact aan de geproduceerde energie toegekend en wordt deze dus verrekend in de energiemix.

In beide gevallen worden alle voordelen van de energierecuperatie (i.e. de vermeden impact van bv. de Belgische elektriciteitsmix of productie van warmte op basis van gas) in module D begroot. Module D wordt echter, omwille van zijn facultatief karakter en het feit dat hij buiten de systeemgrenzen van het gebouw valt, binnen dit project buiten beschouwing gelaten ([CEN 2012, 2011a](#)).

## 2.3 Scenario's voor het definiëren van gebouwlevenscyclus<sup>18</sup>

Binnen de milieuevaluatie van gebouw(element)en dienen een aantal scenario's (bv. ten aanzien van transport) en eventueel forfaitaire waarden (bv. ten aanzien van levensduur van materialen) te worden vastgelegd. Scenario's die specifiek zijn voor deze bepalingmethode worden hieronder weergegeven. De concrete waarden van levensduur, frequenties en activiteiten van schoonmaak, onderhoud en vervangingen van de materialen en bouwelementen zijn technische gegevens, die per gebouwelement worden vastgelegd, voornamelijk gebaseerd op een aantal referentiewerken. ([BCIS 2006](#); [Jacobs et al 2005](#); [Ter Hagen & Stam 2000](#); [SBR 1998](#); [Perret 1995](#); [den Hollander et al 1993](#), [Pasman et al 1993](#); [CSTC et al 1991](#), [WTCB et al 2011](#))

### 2.3.1 Scenario's aangaande de productfase<sup>19</sup>

Bij gebrek aan specifiek Belgische EPD's wordt de gebruikte generieke LCI-data als volgt aangepast aan de Belgische context:

Om de geografische representativiteit te waarborgen wordt voor de productie van **materialen** steeds geopteerd voor processen die representatief zijn voor **West-Europa**. Wanneer geen West-Europese processen in de databank beschikbaar zijn, wordt voor de beschikbare processen de **elektriciteitsmix voor de productie** vervangen door de Europese mix<sup>20</sup> en wordt voor het transport van de grondstoffen naar de fabriek ook steeds geopteerd voor

<sup>15</sup> Volgens EN 15804:2012 §6.2.6 omvat de end-of-life-fase het afbreken of ontmantelen van een gebouw(deel), het transport naar de afvalverwerkingssite (al dan niet via een sorteercentrum), de behandelingen voor hergebruik, terugwinning in een nuttige toepassing en/of recyclage, alsnog de finale afvalverwerking (via storten of verbranden). Hierin worden al het transport en de voorziening van alle materialen, producten en gerelateerd energie- en waterverbruik voorzien.

<sup>16</sup> Verbranding met energierecuperatie waarbij de efficiëntie van de energierecuperatie  $\geq 0,60$  voor installaties met een vergunning van voor 1 januari 2009,  $\geq 0,65$  voor installaties met een vergunning na 31 december 2008

<sup>17</sup> Verschillende interpretaties zijn mogelijk in geval van afvalverbranding met energierecuperatie.

<sup>18</sup> In lijn met EN 15978:2011 §8

<sup>19</sup> In lijn met EN 15978:2011 §8.4

<sup>20</sup> Voor het energiegebruik tijdens de bouwphase (bv. inblazen van cellulose) wordt echter wel geopteerd voor specifiek Belgische processen, bv. Belgische elektriciteitsmix.

**transportprocessen** (bv. impact van transport met een vrachtwagen van 16ton) die representatief zijn voor West-Europa<sup>21</sup>. Met productie bedoelt men enkel de productie van het betreffende product. De elektriciteitsmix in de onderliggende processen (bv. productie van grondstoffen die gebruikt worden in het productieproces) wordt niet gemodificeerd naar de West-Europese versie. Een gevoeligheidsanalyse toont immers aan dat het veranderen van de elektriciteitsmix in de onderliggende processen geen significante invloed heeft op de resultaten (Spirinckx 2009).

Voor bepaalde grondstoffen waarbij het deel import heel belangrijk is, worden specifieke transportsenario's opgesteld voor het transport van de grondstoffen naar België. Op basis van deze scenario's kunnen dan specifieke processen aangemaakt worden voor de geïmporteerde versie van deze goederen. Dit geldt voor de volgende producten:

— **blauwe hardsteen uit Azië** (Delem & Spirinckx 2009):

580 km transport per zware vrachtwagen van ontginningsplaats naar haven in Azië  
19500 km transport per boot tot haven van Antwerpen

— **hout:** hierbij wordt een gemiddeld transportsenario opgesteld voor verschillende grote groepen (zie Tabel 1). Deze scenario's zijn opgesteld op basis van de gemiddelde transportafstanden vanuit de belangrijkste herkomstlanden en hun aandeel op de Belgische markt (cf. gewogen gemiddelde). Merk op dat het aantal kilometers berekend is per m<sup>3</sup> gezaagd hout. Voor het aandeel tropisch hout dat in rondhout vervoerd wordt, werden de nodige conversiefactoren toegepast (i.e. 2 m<sup>3</sup> rondhout voor 1 m<sup>3</sup> gezaagd hout) (Delem & Spirinckx 2009).

	Zware vrachtwagen (km)	Zeeboot (km)	Rivierboot (km)	Trein (km)
<b>Hardhout:</b> (42% lokaal; 58% import)				
Lokale productie <sup>22</sup>	125			
Import tropisch hout	350 <sup>23</sup>	9900 <sup>24</sup>	225 <sup>23</sup>	200 <sup>23</sup>
Import niet tropisch hout <sup>25</sup>	1280	1010	/	/
Belgische mix <sup>26</sup>	360	2100	45	40
<b>Zachthout:</b> (60% lokaal; 40% import)				
Lokale productie	50			
Geïmporteerd zachthout <sup>27</sup>	740	1400	/	130
Belgische mix	450	830		75

**Tabel 1: Transportsenario's voor verschillende groepen hout**

Tenslotte werd voor een beperkt aantal producten die een aandeel secundaire grondstoffen bevatten (zoals staal, glaswol, cellulair glas, cellulose, MDF, OSB en beton), nagegaan of het percentage secundaire grondstoffen, dat standaard in de ecoinvent-processen aangenomen wordt, verschilt van de Belgische praktijk. Hierbij werd ook nagegaan of de gehanteerde systeemgrenzen en allocatieregels voor recyclage en coproducten binnen de ecoinvent-LCI-data overeenstemmen met de principes van de EN 15804:2012 en de in dit document vastgelegde bepalingsmethode.

Op basis hiervan werd besloten om de productdata van beton aan te passen aan de Belgische praktijk. Beton wordt in de ecoinvent-databank immers standaard vervaardigd op basis van CEM I cement. In België wordt voor stortbeton echter courant hoogovencement gebruikt (CEM III A). Daarom wordt voor stortbeton in het standaard ecoinvent-proces de CEM I voor 10%

21 Er wordt voor West-Europese processen gekozen omdat voor de meeste productgroepen geen Belgische data beschikbaar is en omdat een bepaald aandeel van de producten op de Belgische markt geïmporteerd wordt.

22 Transport van bos naar zagerij

23 Transport van bos naar haven in het buitenland

24 Gewogen gemiddelde transportafstand van buitenlandse havens naar haven van Antwerpen

25 Komt deels met de vrachtwagen en deels per vrachtwagen en boot (incl. vrachtwagentransport naar de haven).

26 Gemiddeld transport op basis van aandeel van verschillende landen van herkomst (incl. lokale productie) op de Belgische markt

27 Transport van bos in buitenland tot verdeler in België



vervangen door CEM III B en voor 55% door CEM III A<sup>28</sup>. Voor prefab-betonproducten wordt het standaard ecoinvent-proces gebruikt (beton op basis van CEM I), omdat voor deze toepassing zelden hoogovencement gebruikt wordt (gezien prefab-producten snel ontkist moeten worden).

## 2.3.2 Scenario's aangaande de bouwfase<sup>29</sup>

De bouwfase beperkt zich hier tot het transport van bouwmaterialen van de fabriek naar de werf en het inrekenen van een forfaitair % bouwafval op de bouwplaats.

### 2.3.2.1 Scenario voor het transport van bouwmaterialen van de fabriek naar de werf

#### Transportafstanden en -middelen

Voor het transport van bouwmaterialen van de fabriek naar de werf wordt een specifiek transportscenario opgesteld per grote productgroep (zie [Tabel 3](#)). Binnen dit project worden in totaal 12 productgroepen of materiaalcategorieën beschouwd en opgenomen in het expert-rekenmodel (zie ook [paragraaf 4.3.5.1](#) in [Hoofdstuk 4](#)). Voor elke productgroep of materiaalcategorie worden gemiddelde transportafstanden en -middelen bepaald naargelang het product rechtstreeks van de fabriek naar de werf vervoerd wordt of van de fabriek eerst naar een tussenhandelaar gaat en dan van daaruit naar de werf. De cijfers zijn voornamelijk gebaseerd op een enquête uitgevoerd in het kader van het SuFiQuaD project ([Putzeys et al 2008](#)) en aangepast op basis van expertbeoordeling en een beperkte bijkomende enquête<sup>30</sup>. De gemiddelde transportafstanden werden arbitrair gekozen op basis van het aantal productiepunten en hun ligging t.o.v. Brussel. Indien de productieplaats zich in het buitenland bevindt, wordt de afstand van de fabriek tot de handelaar eveneens begroot op basis van de rijafstand van de buitenlandse ligging tot Brussel.

#### Beladingsgraad

Voor de berekening van de milieu-impacten gerelateerd aan het transport van materialen of afval wordt gebruik gemaakt van de standaard LCI-data uit ecoinvent. De LCI-data zijn in ecoinvent weergegeven per type voertuig per tonkm (LCI-data voor het vervoeren van 1ton over een afstand van 1km met behulp van een bepaald voertuig) en werden berekend op basis van gemiddelde Europese beladingsgraden (zie [Tabel 2](#)).

Type vrachtwagen	Gemiddelde belading (ton)
<3.5 ton	0.19
3.5-7.5 ton	5
7.5-16 ton	7.5
16-32 ton	10
>32 ton	18
3.5-16 ton	6.41
>16 ton	15.07

**Tabel 2: Aangenomen beladingsgraad voor de berekening van de milieu-impact per tonkm voor verschillende transportmiddelen ([Spielman et al 2007](#)).**

<sup>28</sup> Afzet van hoogovencement in België=2302kton, leveringen voor stortklaar beton+leveringen op de bouwplaats+in de handel=3522 kton.  $2302/3522=0.65$  ([Febelcem 2008](#))

<sup>29</sup> In lijn met EN 15978:2011 §8.5

<sup>30</sup> Federaties hebben de gelegenheid gekregen om feedback te geven over de voorgestelde scenario's.

productgroep/materiaalcategorie	Organisatie van het transport		Vervoermiddel voor transport van							Gemiddelde transportafstand voor transport van		
	% rechtstreeks van fabriek naar werf	% via een tussen-handelaar	fabriek naar werf			fabriek naar handelaar	handelaar naar werf			fabriek naar werf	fabriek naar handelaar	handelaar naar werf
			zware vrachtwagen (> 16ton)	lichte vrachtwagen (3,5-16ton)	bestelwagen (< 3,5ton)	zware vrachtwagen (> 16ton)	zware vrachtwagen (> 16ton)	lichte vrachtwagen (3,5-16ton)	bestelwagen (< 3,5ton)	km	km	km
bulkmaterialen voor ruwbouw (bv. cement, zand, grind,...)	75%	25%	100%	0%	0%	100%	90%	10%	0%	100	100	35
stortbeton	100%	0%	100%	0%	0%	nvt	nvt	nvt	nvt	35	nvt	nvt
prefab-producten voor ruwbouw (bv. welfsels, spanten)	100%	0%	100%	0%	0%	100%	100%	0%	0%	100	100	35
losse producten voor ruwbouw (bv. snelbouwstenen, cellenbeton, dakbedekkingen (dakpannen, epdm, ...))	40%	60%	100%	0%	0%	100%	85%	15%	0%	100	100	35
kalkzandsteen	40%	60%	100%	0%	0%	100%	85%	15%	0%	200	200	35
isolatie	40%	60%	100%	0%	0%	100%	85%	15%	0%	125	125	35
afwerkingsproducten: vloerbekledingen (bv. tapijt, linoleum, laminaat)	10%	90%	90%	10%	0%	100%	90%	10%	0%	150	150	35
keramische tegels	0%	100%	nvt	nvt	nvt	100%	90%	10%	0%	1500	1500 <sup>31</sup>	35
afwerkingsproducten: pleister (bv. gipspleister, buitenpleisters, gipsplaten)	40%	60%	50%	50%	0%	100%	50%	50%	0%	100	100	35
afwerkingsproducten: schrijnwerk (bv. raamkozijnen, trappen)	90%	10%	50%	45%	5%	100%	40%	50%	10%	100	100	35
afwerkingsproducten: verf en vernis	10%	90%	0%	100%	0%	100%	0%	80%	20%	100	100	35
installaties (bv. verwarmingsketel, radiatoren, ventilatie)	0%	100%	nvt	nvt	nvt	100%	0%	80%	20%	nvt	100	35

**Tabel 3: Algemeen scenario voor het transport van bouwmaterialen van de fabriek naar de werf.**

<sup>31</sup> Keramische tegels zijn voornamelijk afkomstig uit Italië en Spanje (Sezzi 2009)

### 2.3.2.2 Scenario aangaande het materiaalverlies tijdens de bouwfase<sup>32</sup>

Tijdens de bouwfase gaat altijd een deel van de materialen verloren (bv. door opslag of het op maat snijden). De omvang van het verlies is echter sterk afhankelijk van de aard van het bouwwerk (bv. omvang, type of in welke mate bij het ontwerp rekening gehouden werd met standaardmaten), de productgroep (bv. materialen met beperkte levensduur, materialen op maat vervaardigd of die op de bouwplaats op maat moeten gebracht worden), de zorgvuldigheid van handelen, en andere<sup>33</sup>. Bij gebrek aan gedetailleerde data per materiaal en per toepassing, maar ook omwille van praktische redenen wordt in het model ongeacht de productgroep met een globale toeslag van 5% gewerkt. Via gevoeligheidsanalyses zal de invloed van deze parameter onderzocht worden (zie [Hoofdstuk 8](#)).

### 2.3.3 Scenario voor het energieverbruik tijdens de gebruiksfase<sup>34</sup>

Voor de analyse op elementniveau wordt enkel het energieverbruik voor verwarming tengevolge van transmissieverliezen in acht genomen worden. Deze wordt berekend met de equivalente-graaddagen-methode gebruik makend van volgende aannames:

- 1200 equivalente graaddagen<sup>35</sup> ([Allacker 2010](#))
- condenserende gasketel met een globaal rendement van 67% ([Allacker 2010](#))

Voor het elektriciteitsverbruik van de condenserende gasketel wordt de Belgische elektriciteitsmix gebruikt (i.e. ecoinvent-proces: “electricity, low voltage, at grid/BE”).

Ecoinvent biedt geen Belgisch proces voor aardgas bij de consument, maar deze wordt geconstrueerd door in het beschikbare Zwitserse proces “natural gas, low pressure, at consumer”, het onderliggend proces “natural gas, high pressure, at consumer, CH” te vervangen door “natural gas, high pressure, at consumer, BE”<sup>36</sup>.

### 2.3.4 Scenario aangaande de einde-levensduur-fase van bouwmaterialen<sup>37</sup>

#### 2.3.4.1 Scenario voor ontmanteling en afbraak

Gezien ontmanteling vaak uitsluitend bestaat uit manuele handelingen, worden er geen milieu-impacten toegekend aan het niet-destructief verwijderen van bouwmaterialen. Afbraakprocessen gaan echter gepaard met het verbruik van energie en de uitstoot van fijn stof. Ongeacht de materiaalsamenstelling, worden de volgende aannames gemaakt<sup>38</sup>:

- dieselconsumptie voor mechanische handelingen: 0,0437 MJ/kg
- uitstoot van fijn stof:
  - PM < 2,5µm:  $1,66 \times 10^{-5}$  kg/kg materiaal
  - PM > 2,5µm en < 10µm:  $6,34 \times 10^{-5}$  kg/kg materiaal
  - PM > 10µm:  $8,35 \times 10^{-5}$  kg/kg materiaal

#### 2.3.4.2 Uitgangspunt voor het transport en de eindverwerking van bouw- en sloopafval

Er wordt verondersteld dat, met uitzondering van grond, alle bouw- en sloopafval, ongeacht of het wel of niet op de werf gesorteerd wordt, van de werf eerst naar een inzamelpunt (bv. metaalhandelaar, breker) of sorteerbedrijf gaat<sup>39</sup>. De verschillende fracties worden dan van

<sup>32</sup> In lijn met EN 15978:2011 §9.3.1

<sup>33</sup> Naargelang het type gebouw en bouw materiaal varieert het gewichtspercentage van de ingekochte hoeveelheden per project doorgaans tussen 1 en 10% ([FVSB 1997](#)).

<sup>34</sup> In lijn met EN 15978:2011 §8.6.5

<sup>35</sup> Hoe lager de K-waarde van een gebouw, hoe lager het aantal equivalente graaddagen. 1200 equivalente graaddagen komt overeen met een goed geïsoleerde woning en een gemiddelde binnentemperatuur van 18°C.

<sup>36</sup> CH staat voor processen representatief voor Zwitserland, BE voor processen die representatief zijn voor België

<sup>37</sup> In lijn met EN 15978:2011 §8.7

<sup>38</sup> In de realiteit zal de materiaalsamenstelling en de wijze van verbinden met andere materialen/verwerkte materialen beslissend zijn voor de wijze van afbraak en/of ontmanteling. Gezien de beperkte LCI-data in ecoinvent v.2.2 wordt hier abstractie van gemaakt en wordt voor alle materiaalcategorieën hetzelfde afbraakproces verondersteld.

<sup>39</sup> Op basis van het overzicht van COPRO-gecertificeerde producten ([COPRO 2009](#)) wordt ongeveer 20% van de totale hoeveelheid gecertificeerde granulaten op bouw- en slooperven gebroken, maar we nemen aan dat ¾ hiervan

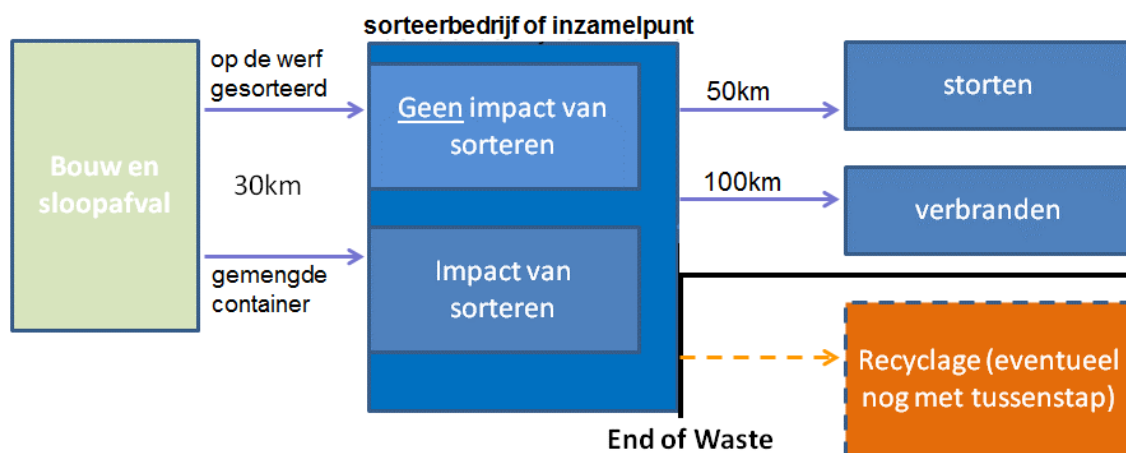
hieruit afgevoerd naar een stortplaats, verbrandingsoven of recyclage/hergebruik faciliteit volgens de scenario's weergegeven in Tabel 4. Voor grond wordt aangenomen dat 90% direct van de bouwplaats naar de eindbestemming vervoerd wordt.

Voor materialen die gerecycleerd worden, valt de grens tussen de huidige levenscyclus en de volgende levenscyclus (i.e. materiaal dat de secundaire grondstoffen gebruikt) samen met het punt waar de materialen niet meer als afval maar als secundaire grondstof beschouwd worden (i.e. waar de end-of-waste-status bereikt is)<sup>40</sup>. Voor alle materialen die gerecycleerd of hergebruikt worden, wordt bij ontstentenis aangenomen dat de “end-of-waste” status aan de uitgangspoort van het sorteerbedrijf of inzamelpunt bereikt wordt. Het precieze omslagpunt van afval naar secundaire grondstoffen is op basis van de beschikbare informatie immers moeilijk voor elk product afzonderlijk te bepalen. Het gevolg van deze aanname is dat de impacten tot en met het sorteerbedrijf (of voor de steenachtige fractie tot en met de breker) aan het afvalproducerend product worden toegekend, maar dat alle daaropvolgende impacten (i.e. de impacten van het transport vanuit het sorteerbedrijf naar de recyclagefaciliteit en de impacten van het recyclageproces zelf) voor deze fracties buiten de systeemgrenzen vallen en dus toegekend worden aan het materiaal waarvoor de secundaire grondstoffen aangewend worden<sup>41</sup>. De milieu-impacten van het sorteren op de werf worden verwaarloosd. De volgende processen worden in acht genomen bij de modellering van de sortering van materialen in een sorteerbedrijf (dus voor de fractie die niet op de werf gesorteerd wordt):

- elektriciteit voor mechanische sorteringsprocessen: 0,0022 kWh/kg materiaal
- warmte-emissie afkomstig van mechanische sorteringsprocessen: 0,00792 MJ/kg materiaal
- diesel voor in- en uitladen (afhankelijk van de densiteit van het materiaal)
- infrastructuur voor sorteren met inbegrip van landbezetting en -omvorming en energie voor administratieve faciliteiten:  $1 \times 10^{-10}$  plant/kg materiaal

Gezien de brandstofconsumptie voor het in- en uitladen afhankelijk is van de densiteit van het materiaal, wordt per afvaltype een ander sorteringsproces opgemaakt.

De algemene modellering van de afvalverwerkingsfase (na sloop of ontmanteling voor vervanging) wordt schematisch weergegeven in Figuur 2. Ter illustratie wordt in Figuur 3, Figuur 4 en Figuur 5 eveneens de specifieke modellering voor inert afval, metalen en cellenbeton meegegeven.



**Figuur 2: Algemene modellering van afvalverwerking na ontmanteling of afbraak.**  
*Impacten die binnen de systeemgrenzen vallen, worden in het blauw weergegeven en impacten die buiten de systeemgrenzen vallen in het oranje.*

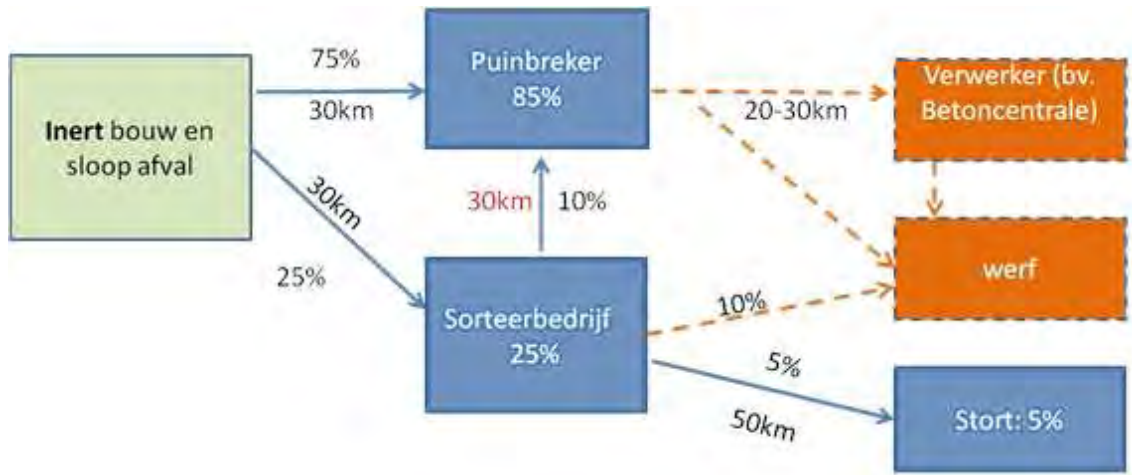
wegenwerken betreft en dat dit enkel van toepassing is voor zeer grote sloopwerven. Bijgevolg wordt voor de steenachtige fractie aangenomen dat alle afval eerst naar een sorteerbedrijf of breker gaat.

40 In lijn met EN 15804 §6.3.4.5

41 Een voordeel hiervan is dat de gekozen systeemgrenzen zo overeenstemmen met de systeemgrenzen die gehanteerd werden voor de opstelling van de Ecoinvent databank. Het risico op dubbeltelling of het niet in acht nemen van bepaalde impacten wordt hierdoor dus vermeden.

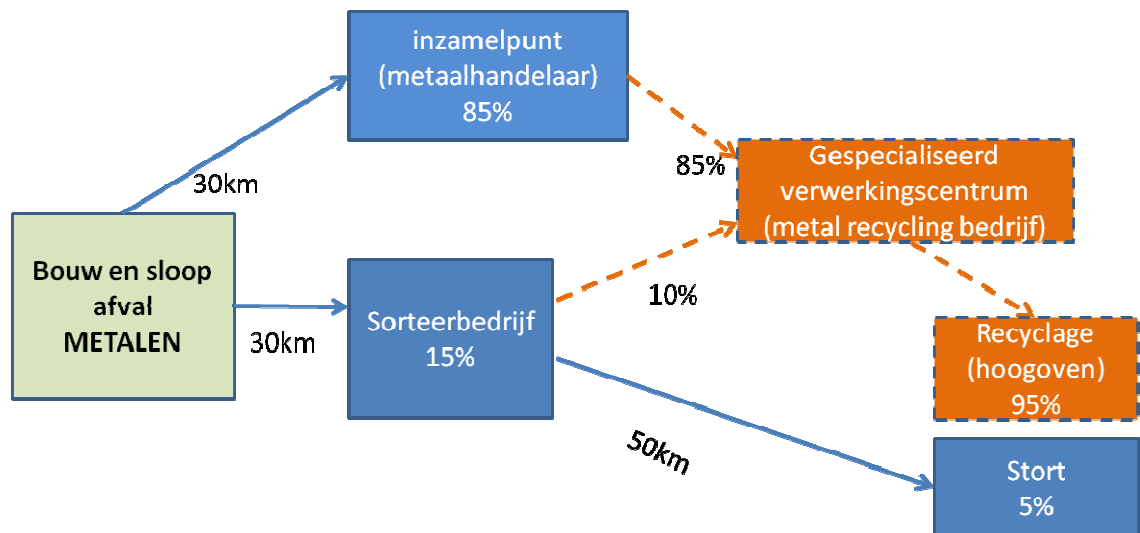
Voor de fractie van inerte materialen die gebroken wordt vooraleer het de end-of-waste-status bereikt (i.e. 85%; zie Figuur 3) worden de volgende aannames gedaan:

- elektriciteit voor mechanische breekprocessen: 0,0015 kWh/kg materiaal
- warmte-emissie afkomstig van mechanische breekprocessen: 0,00054 MJ/kg materiaal



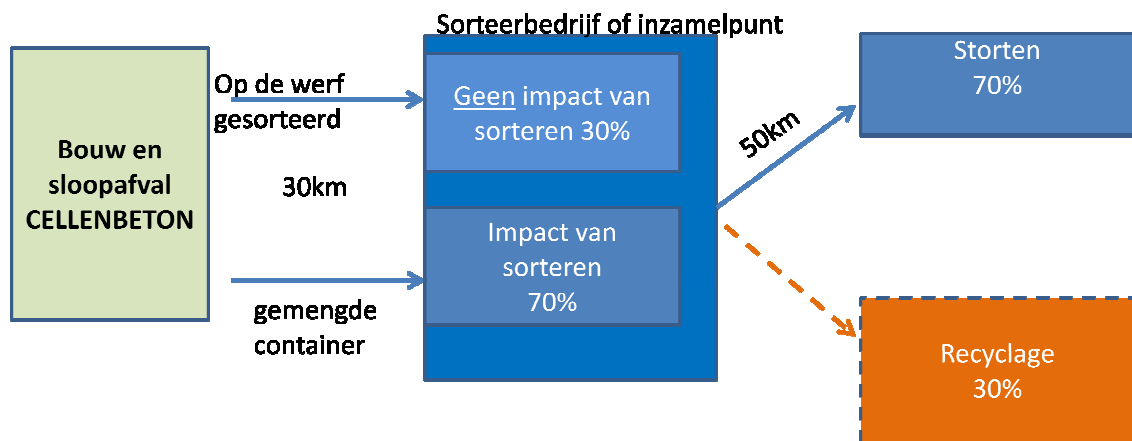
**Figuur 3: Specifieke modellering voor inert bouw- en sloopafval.**

75% van het inert afval wordt op de werf gesorteerd en gaat dus rechtstreeks naar een puinbreker, de resterende 25% gaat naar een sorteerbedrijf. 10% van het inert afval dat via een sorteerbedrijf passeert gaat na sorteren rechtstreeks naar een werf of verwerker (zeefzand), maar 10% moet na het sorteerproces nog gebroken worden om als secundaire grondstof gebruikt te kunnen worden. Transport tussen puinbreker en sorteerbedrijf (30km) valt in principe binnen de systeemgrenzen, maar wordt echter verwaarloosd. In de praktijk gaat een deel van de sorteerbedrijven immers zelf het puin breken (via eigen of mobiele breker), zodat het transport tussen puinbreker en sorteerbedrijf relatief beperkt is (ook in afstand). (Jacobs et al 2005)



**Figuur 4 Specifieke modellering voor metallisch bouw- en sloopafval.**

85% van het metaalafval wordt op de werf gesorteerd en 15% wordt mechanisch gesorteerd in een sorteerbedrijf. In werkelijkheid zit de end-of-waste status waarschijnlijk eerder na het gespecialiseerde verwerkingscentrum, maar per conventie wordt het hier aan de poort van het inzamelpunt of sorteerbedrijf gezet. Merk op dat een deel van de 85% die op de werf gesorteerd wordt, eventueel ook via een sorteerbedrijf gaat, maar aangezien in dat geval niet meer mechanisch gesorteerd moet worden, wordt het voor de duidelijkheid onder "inzamelpunt" gezet.



*Figuur 5 Specifieke modellering voor cellenbetonbouw- en sloopafval.*

30% van het cellenbetonafval wordt rechtstreeks op de werf gesorteerd, de rest wordt mechanisch gesorteerd in een sorteerbedrijf. Voor het deel dat op de werf gesorteerd wordt, kan het inzamelpunt een sorteerbedrijf zijn of een opslagplaats waar de aannemer zijn afval groepeerd en het dan vervolgens rechtstreeks naar de recyclagefaciliteit brengt. In werkelijkheid zal de end-of-waste status eerder bij de laatstgenoemde bereikt worden, maar per conventie wordt de end-of-waste status aan de poort van het sorteerbedrijf (of inzamelpunt) vastgelegd.

Bij gebrek aan duidelijke gegevens over de efficiëntie van de Belgische verbrandingsinstallaties en in de geest van de principebeginselen van de Europese Kaderrichtlijn Afval (EU 2008) wordt per conventie aangenomen dat de impact van het verbrandingsproces van bouw- en sloopafval binnen de beschouwde systeemgrenzen valt<sup>42</sup>. Bijgevolg wordt de milieuschade volledig toegekend aan het materiaal dat verbrand wordt en niet aan de geproduceerde energie.

#### 2.3.4.3 Transport van bouw- en sloopafval

Op basis van de Nederlandse norm NEN 8006 (2004) en een consultatie van betrokken partijen worden voor het transport van bouw- en sloopafval de volgende gemiddelde waarden gebruikt:

— **Transportafstanden:**

- Van sloop naar sorteerbedrijf of inzamelpunt: 30 km
- Van inzamelpunt of sorteerlocatie naar stortplaats: 50 km
- Van inzamelpunt of sorteerlocatie naar verbrandingsoven: 100 km

— **Transportmiddel:**

- Transport van afval van de werf naar het sorteerbedrijf of inzamelpunt:
  - fractie, die **op de werf gesorteerd** wordt (zie Tabel 4 voor % per afvaltype):
    - container met **inert afval** of **grond**:  
100% met zware vrachtwagen >16t
    - andere te sorteren fracties:  
90% met zware vrachtwagen (>16t)  
5% met een vrachtwagen van 7.5 tot 16 ton  
5% met lichte vrachtwagen van 3.5 tot 7.5 ton
  - niet gesorteerd** afval (afgevoerd in **gemengde container**):  
90% met zware vrachtwagen >16t  
10% met een vrachtwagen van 7.5 tot 16 ton
- Van sorteerbedrijf of inzamelpunt naar eindbestemming (verbrandingsoven, stort of recyclage):
  - 100% met een zware vrachtwagen >16t
- Gemiddelde beladingsgraad (op basis van gewicht): standaard beladingsgraad aangenomen binnen ecoinvent (zie Tabel 2).

<sup>42</sup> Recent werd duidelijk dat de Belgische verbrandingsinstallaties als R1 installaties gecatalogeerd worden. Bijgevolg voldoet de afvalverbranding wel aan de criteria voor valorisatie en zou de milieu-impact van de verbranding dus buiten de systeemgrenzen vallen.

#### 2.3.4.4 Eindverwerking van bouw- en sloopafval

**Tabel 4** geeft de veronderstelde bestemming, alsook het aandeel van het afval, dat direct op de werf gesorteerd wordt (% op basis van gewicht), van de 26 verschillende afvalcategorieën, die binnen dit project beschouwd worden en opgenomen zijn in het expert-rekenmodel (zie ook [paragraaf 4.3.5.2](#) in [Hoofdstuk 4](#)). De percentages zijn opgesteld op basis van de resultaten van een enquête uitgevoerd in het kader van het SuFiQuaD project ([Putzeys et al 2008](#)), de scenario's opgenomen in de Nederlandse norm NEN 8006 ([NEN 2004](#)), eigen inzichten en overleg met vertegenwoordigers van federaties, de OVAM en andere vertegenwoordigers uit de sector (bv. sorteerbeidrijf, recyclagebedrijf).

Productgroep/Afvalcategorie	Beschrijving	stort <sup>43</sup> (%)	verbranding <sup>43</sup> (%)	recyclage/ hergebruik <sup>43</sup> (%)	op de werf gesorteerd <sup>44</sup> (%)
Inert afval	o.a. beton (bv. structuurelementen in beton en betonnen dakpannen), keramische producten (bv. tegels, bakstenen, dakpannen) en losse materialen (bv. zand, grind)	5	0	95	75
Cellenbeton	o.a. elementen, blokken	70	0	30	30
Polyolefinen (PP, PE)	o.a. leidingen, folies (bv. waterdichtings-, en luchtdichtheidsmembranen) <u>exclusief</u> verpakkingen	10	85	5	0
PVC-profielen	o.a. raamkozijnen	10	45	45	0
PVC-bekabeling	o.a. elektrische kabels en draadisolatie	10	40	50	0
PVC-folies	o.a. dakwerk en waterbestendige membranen (bv. voor zwembaden) en vloerbekleding	15	65	20	0
PVC-buizen	o.a. voor riolering <sup>45</sup>	10	30	50	0

<sup>43</sup> Bestemming van het afval per productgroep (% op basis van gewicht berekend op de totale hoeveelheid afval per productgroep: bv. 5% van het inert afval wordt gestort en 95% wordt gerecycleerd).

<sup>44</sup> Dit vertegenwoordigt het aandeel (op basis van massa) van het afval dat rechtstreeks op de werf gesorteerd wordt. Het overblijvend aandeel wordt in een gemengde container van de bouw/sloopplaats afgevoerd en later machinaal gesorteerd (in sorteerbeidrijf), bv. 30% van het cellenbetonafval wordt rechtstreeks op de werf gesorteerd en 70% wordt gemengd met ander afval afgevoerd.

<sup>45</sup> 10% blijft gewoon in de grond zitten, vandaar dat de som niet 100% is.



Productgroep/Afvalcategorie	Beschrijving	stort <sup>43</sup> (%)	verbranding <sup>43</sup> (%)	recyclage/ hergebruik <sup>43</sup> (%)	op de <u>werf</u> gesorteerd <sup>44</sup> (%)
Elastomeren	o.a. dakbedekkingen (EPDM)	100	0	0	0
Bitumen	o.a. bedekkingen voor plat dak	100	0	0	0
Metalen	o.a. aluminium profielen, metalen bevestigingen (bv. nagels, schroeven), staal, koper (platen en leidingen) en zink (bv. dakbedekking)	5	0	95	85
Gips	o.a. blokken en platen (gipskarton)	95	0	5	5
Pleisters	binnen- en buitenbepleistering	100	0	0	0
Glas	o.a. vlakglas voor ramen	30	0	70	70
Chemisch verduurzaamd hout	o.a. voor dakgebinten en verduurzaamde gevelbekleding	5	95	0	40
Niet-verduurzaamd hout (kan wel geleverd zijn)	o.a. massief parket, ceder houten gevelbekleding en geverfde raamkozijnen	5	20	75	40
Composiet houtproducten	o.a. OSB, MDF, spaanplaten, fineerhout en laminaat	5	75	20	40
Brandbare isolatie	o.a. PUR, EPS, houtwol, cellulose en XPS	0	100	0	0
Niet-brandbaar isolatie	o.a. glaswol en rotswol	100	0	0	0
Afwerkingslaag verkleefd aan hout, kunststof of metaal	o.a. verf, coatings en lijmen	0	100	0	0
Afwerkingslaag verkleefd aan puin	o.a. verf, coatings en lijmen	100	0	0	0
Verpakkingen <sup>46</sup>	papier en karton ( <a href="#">Val-i-pack 2009</a> )	3	3	94	50

46 Afvalverwerking van verpakkingen zit zoals eerder vermeld reeds binnen de "cradle to gate" ecoinvent processen vervat (zie [2.2.3.1](#)). Om praktische redenen zal het standaard ecoinvent-afvalscenario voor verpakking gebruikt worden, nl. 100% verbranding.



Productgroep/Afvalcategorie	Beschrijving	stort <sup>43</sup> (%)	verbranding <sup>43</sup> (%)	recyclage/ hergebruik <sup>43</sup> (%)	op de <u>werf</u> gesorteerd <sup>44</sup> (%)
Verpakkingen <sup>46</sup>	plastiekfolies (Val-i-pack 2009)	30	10	60	50
Verpakkingen <sup>46</sup>	hout (bv. paletten) (Val-i-pack 2009)	20	20	60	50
Grond <sup>47</sup>		0	0	100	90
Klein gevaarlijk afval	o.a. verfresten, white spirit en ontkistingsoliën	0	75	25	100
Brandbaar restafval	andere afvalfracties (bv. tapijt, linoleum en zonneweringen)	0	100	0	0

**Tabel 4 Afvalscenario's voor de 26 afvalcategorieën die binnen dit project beschouwd worden.**

---

47 Het model veronderstelt geen bodemverontreiniging.

## 2.4 Levenscyclusinventarisatie<sup>48</sup>

### 2.4.1 Vervangingen<sup>49</sup>

Wanneer de levensduur van materialen/producten korter is dan die van het gebouw waarin ze worden toegepast, zullen vervangingen noodzakelijk zijn om de technische en functionele prestaties van het gebouw te kunnen garanderen. Het aantal vervangingen van een bouw materiaal of bouwproduct gedurende de levensduur van het gebouw bekomt men door de levensduur van het gebouw te delen door de levensduur van het product en dit resultaat te verminderen met 1 (de oorspronkelijke installatie). Is de uitkomst een geheel getal, dan is dit het aantal vervangingen van het product. Bijvoorbeeld, voor een raam met een levensduur van 20 jaar en een gebouw met een levensduur van 60 jaar is het aantal vervangingen gelijk aan  $(60/20) - 1$ , wat overeenkomt met 2 vervangingen.

Het kan echter ook zijn dat het resultaat van deze berekening geen geheel getal is. Bijvoorbeeld wanneer de levensduur van het raam 25 jaar is in plaats van 20 jaar. Het aantal vervangingen is dan  $(60/25) - 1 = 1,2$ . In dit geval zijn er 2 benaderingen mogelijk: ofwel worden de ramen vervangen na 25 jaar en na 50 jaar, ofwel kan men ervan uitgaan dat de eigenaar de ramen niet meer zal vervangen na 50 jaar omdat het gebouw te oud is voor een dergelijke (grote) investering.

Om hier eenduidig mee om te gaan worden de volgende principes gehanteerd:

- Er wordt ervan uitgegaan dat een materiaal altijd vervangen zal worden, indien het noodzakelijk is voor de leefbaarheid en bewoonbaarheid van het gebouw ongeacht de nog resterende levensduur van het gebouw (bv. installaties). In dit geval wordt de breuk altijd naar boven afgerond.
- Wat betreft vervangingen, welke enkel omwille van esthetische redenen nodig zijn (voornamelijk afwerkingen), gaat men ervan uit dat het materiaal niet meer vervangen wordt, indien de resterende levensduur van het gebouw op het ogenblik van vervanging kleiner is dan de helft van de levensduur van het beschouwde element. Bijvoorbeeld, bij een levensduur van een binnenpleister van 40 jaar en een levensduur van de woning van 90 jaar, zal de pleister vervangen worden op 40 jaar, maar niet meer op 80 jaar, aangezien de resterende 10 jaar ( $90 - 80 \text{ jaar} = 10 \text{ jaar}$ ) van de woning kleiner is dan de helft van de levensduur van de pleister, namelijk 20 jaar ( $40/2$ ).

### 2.4.2 Dataverzameling<sup>50</sup>

#### 2.4.2.1 Datakwaliteit en databronnen<sup>51</sup>

Bij gebrek aan specifieke productdata (bijvoorbeeld Belgische EPD's) worden voornamelijk generieke data uit de Zwitserse ecoinvent database versie 2.2 gebruikt. Deze keuze werd gebaseerd op volgende criteria:

- Compleetheid: ongeveer 4100 processen beschikbaar waaronder verschillende bouwmaterialen.
- Transparantie: voor alle in de databank beschikbare data is een gedetailleerd rapport beschikbaar met alle nodige achtergrondinformatie.
- Aanpasbaarheid/modulariteit: onderliggende processen zijn bijna altijd zichtbaar (bv. elektriciteitsverbruik voor de productie) en kunnen naar wens aangepast worden. Bovendien komt de LCI-data voor productie (wiegt tot poort), transport en afvalverwerking allemaal afzonderlijk in de databank voor, zodat processen gecombineerd kunnen worden volgens scenario's die representatief zijn voor de Belgische context.
- Betrouwbaarheid: data worden alleen na controle in de databank opgenomen.
- Beschikbaarheid van informatie met betrekking tot de onzekerheid van de gegevens.

---

48 In lijn met EN 15978:2011 §9.3

49 In lijn met EN 15978:2011 §9.3.3

50 In lijn met EN 15978:2011 §9.4

51 In lijn met EN 15978:2011 §9.4.2, EN 15804: 2012 §6.3.7 en TR 15941:2010

- Regelmatig geactualiseerd (versie 2.2 dateert van mei 2010).
- Beschikbaarheid van data representatief voor West-Europa en België: de ecoinvent-databank bevat voornamelijk data representatief voor West-Europa of Zwitserland, alsook enkele specifiek Belgische processen (bv. elektriciteitsmix). Waar enkel Zwitserse data beschikbaar zijn, kunnen de niet geaggregeerde gegevens relatief gemakkelijk aangepast worden aan de Belgische context (zie paragraaf 2.3.1).

## 2.5 Levenscycluseffectenbeoordeling<sup>52</sup>

Tijdens de impactanalysefase van een LCA wordt het belang van potentiële milieu-impacten geëvalueerd op basis van de resultaten van de levenscyclusinventarisatie (LCI). Hiervoor worden de inventarisatiegegevens geassocieerd met specifieke milieu-impacten. De globale milieu-impacten van een gebouw(element) worden dus weergegeven aan de hand van een milieuprofiel.

### 2.5.1 Selectieprocedure

Voor de bepaling van het milieuprofiel is een onderbouwde selectie van enerzijds de milieu-indicatoren en anderzijds de bijhorende impactmethodes noodzakelijk. De keuze van de milieu-indicatoren gebeurt op basis van de aanbevelingen binnen de CEN TC350 normen (CEN 2012, 2011a), de aanwezigheid binnen het International Reference Life Cycle Data System (ILCD) Handbook (JRC 2011) en consultatie van Vlaamse en federale milieu instanties.

Conform de ISO 14040 en 14044 normen (ISO 2006a, 2006b) wordt er per milieu-indicator een bepalingsmethode toegewezen. De selectie hiervan gebeurt eveneens op basis van de CEN TC350 normen (CEN 2012, 2011a) en het ILCD Handbook (JRC 2011). Voor sommige categorieën (zie paragraaf 2.5.2.1) bevelen de CEN TC350 normen een bepaalde indicator aan. Hierdoor kan niet altijd gestoeld worden op de ILCD aanbevelingen.

Naast enkelvoudige milieu-impactscores wordt op vraag van de OVAM de milieubelasting ook via een geaggregeerde score gecommuniceerd. Zoals in paragraaf 3.3 van Hoofdstuk 3 uitgelegd wordt, wordt de weging op basis van monetarisatie uitgevoerd. Gezien het toekennen van een schaduwprijs aan milieu-impacten afhangt van de gebruikte indicator, beïnvloedt dit de keuze van de impactmethode voor een gekozen impactcategorie. Bijgevolg is de selectie van impactmethodes verschillend voor de enkelvoudige milieuscores en voor de geaggregeerde score(s). Om een log rekeninstrument te vermijden wordt er geopteerd voor een maximale overlapping tussen de methodes voor de enkelvoudige milieuscores en de geaggregeerde score. In de volgende paragrafen wordt dieper ingegaan op het selectieproces op beide scoreniveaus.

### 2.5.2 Bepaling van de individuele milieu-impactscores

De milieu-indicatoren, die binnen de CEN TC350 normen op product- en gebouwniveau weerhouden worden (CEN 2012, 2011a), vormen de uitgangsbasis voor de keuze van milieu-indicatoren binnen deze opdracht. Het gaat hier meer specifiek om de volgende categorieën:

- klimaatsverandering (EN: global warming);
- ozonlaagaantasting (EN: depletion of stratospheric ozone layer);
- verzuring van bodem en waterbronnen (EN: acidification potential of land and water sources);
- vermisting (EN: eutrophication potential);
- fotochemische oxidantvorming (EN: photochemical ozone creation);
- uitputting van abiotische grondstoffen: zowel fossiele als niet-fossiele grondstoffen (EN: abiotic resource depletion: fossil and non-fossil resources).

---

<sup>52</sup> In lijn met EN 15978:2011 §11)

Binnen de CEN TC350 normen worden nog andere indicatoren voorgesteld, maar deze worden binnen deze bepalingmethode niet weerhouden, omdat ze geen milieu-impact weergeven maar eerder inventarisatiegegevens omvatten (bv. kg gevaarlijk afval). Anderzijds zijn, wat betreft de milieu-impactcategorieën, in deze normen enkel categorieën opgenomen, waarvoor voldoende consensus bestaat voor standaardisatie ([CEN 2011b](#)). Op basis van de beschikbaarheid van wetenschappelijk onderbouwde impactmethodes volgens het ILCD Handbook ([JRC 2010](#)) en het belang voor het Vlaams milieubeleid, alsook rekening houdend met de lopende initiatieven in het kader van het Federaal Programma aangaande Environmental Product Declarations (EPDs), wordt er voor de volgende bijkomende milieu-indicatoren geopteerd:

- menselijke toxiciteit: zowel kanker- als niet-kankereffecten (EN: human toxicity, cancer and non-cancer effects)
- fijnstofvorming (EN: particulate matter)
- ioniserende stralingseffecten op de mens (EN: ionising radiation, human health)
- ecotoxiciteit: zowel landelijke, zoetwater- als mariene (EN: Ecotoxicity: terrestrial, freshwater and marine)
- landgebruik: zowel bezetting als omvorming (EN: land use: occupation and transformation)
- waterschaarste (EN: water depletion)

#### **2.5.2.1 CEN set van milieu-indicatoren**

Op basis van de hoger beschreven selectieprocedure (zie [paragraaf 2.5.1](#)) werd er beslist om alle milieu-impactcategorieën opgenomen door de werkgroep CEN TC 350 mee te nemen in de MMG-bepalingmethode. Enerzijds is er de nodige wetenschappelijke onderbouw aanwezig om tot betrouwbare LCIA resultaten te komen, anderzijds worden alle impactcategorieën als belangrijk geacht door de betrokken beleidsinstanties. Een overzicht van de geselecteerde CEN milieu-indicatoren en de bijhorende eenheden en milieu-impactmethodes worden gegeven in [Tabel 5](#).

milieu-indicator (CEN)	eenheid	geselecteerde impactmethode
1. Klimaatsverandering (EN: <i>global warming</i> )	kg CO <sub>2</sub> eqv.	ReCiPe midpoint <sup>53</sup>
2. Ozonaantasting (EN: <i>depletion of the stratospheric ozone layer</i> )	kg CFC-11 eqv.	ReCiPe midpoint <sup>54</sup>
3. Verzuring van bodem en waterbronnen (EN: <i>acidification of land and water sources</i> )	kg SO <sub>2</sub> eqv.	ReCiPe midpoint <sup>55</sup>
4. Vermesting (EN: <i>eutrophication</i> )	kg (PO <sub>4</sub> ) <sup>3-</sup> eqv.	CML 2002 <sup>56</sup>
5. Fotochemische oxidantvorming (EN: <i>formation of tropospheric ozone photochemical oxidants</i> )	kg etheen eqv.	CML 2002 <sup>57</sup>
6. Uitputting van niet-fossiele grondstoffen (EN: <i>abiotic depletion of non fossil resources</i> )	kg Sb* eqv.	CML 2002 <sup>58</sup>
7. Uitputting van fossiele grondstoffen (EN: <i>abiotic depletion of fossil resources</i> )	MJ, netto calorische waarde	Cumulated energy demand <sup>59</sup>

\*Sb: antimoon

**Tabel 5: Geselecteerde CEN milieu-indicatoren met inbegrip van de eenheden en milieu-impactmethoden voor de individuele milieuscores.**

### 2.5.2.2 CEN + set: bijkomende milieu-indicatoren

Aanvullend op de zeven CEN impactcategorieën wordt, op vraag van de OVAM, nog een aantal bijkomende milieu-indicatoren geanalyseerd en gerapporteerd binnen het MMG project. Indien aangeraden door het ILCD handboek (JRC 2011), wordt hierbij geopteerd voor een “endpointmethode”. Dit type LCIA-methode vertaalt milieu-impacten naar schadeprofielen (zoals schade aan de menselijke gezondheid en de kwaliteit van ecosystemen) en laat monetarisatie (als optionele wegingstap - zie paragraaf 2.5.3) op een eenvoudige wijze toe.

Op basis van de hoger beschreven selectieprocedure werden zo goed als alle milieu-indicatoren geselecteerd. Uit de consultatie met de milieuadministraties (zie Hoofdstuk 9) werd waargenomen dat milieuaspecten met betrekking tot ioniserende stralingseffecten (zowel op mens als op ecosystemen) als minder belangrijk geacht werden (maar niet nihil). Daarenboven blijkt dat voor de categorie “ioniserende stralingseffecten op ecosystemen” het ILCD handboek (JRC 2011) geen bruikbare impactmethoden aanraadt. Deze laatste categorie werd dan ook niet geselecteerd binnen de bepalingmethode. Waterschaarste werd wel als belangrijk geacht voor het Vlaams/Belgisch milieubeleid. Er is echter geen data aanwezig voor de Belgische bouwcontext, die ook rekening houdt met de impact op lokale waterbronnen. Vandaar dat dit

53De ReCiPe midpoint-methode is gebaseerd op IPCC 2007(100y) methode voor de bepaling van impacten te wijten aan klimaatsverandering en wordt toegelaten door ILCD.

54 De ReCiPe midpoint-methode verwijst naar de methode van World Meteorological Organisation (WMO) voor de bepaling van impacten te wijten aan ozonaantasting. WMO wordt aanbevolen door ILCD.

55 ILCD raadt het gebruik van de “accumulated exceedence”-methode aan voor de bepaling van impacten te wijten aan verzuring, waarbij lokale effecten meegenomen worden. Deze data zijn echter weinig of niet beschikbaar voor de Belgische bouwcontext. De wetenschappelijke onderbouw van de ReCiPe midpoint voor de bepaling van impacten te wijten aan verzuring wordt positief onthaald door ILCD en is hier als alternatief genomen.

56 ILCD raadt aan om ReCiPe midpoint of ReCiPe endpoint te gebruiken voor de bepaling van impacten te wijten aan veresting. Gezien de CEN TC350 normen (CEN 2012, 2011a) echter kg (PO<sub>4</sub>)<sup>3-</sup> eqv. als eenheid voorschrijven, wordt geopteerd voor de CML 2002-methode als beste alternatief.

57 ILCD raadt aan om ReCiPe midpoint te gebruiken voor de bepaling van impacten te wijten aan fotochemische oxidantvorming. Gezien de CEN TC350 normen (CEN 2012, 2011a) echter kg etheen eqv. als eenheid voorschrijven, wordt geopteerd voor de CML 2002-methode als beste alternatief.

58De CML-methode omvat zowel fossiele als niet-fossiele abiotische grondstoffen. De karakterisatie van fossiele grondstoffen wordt hier niet in rekening gebracht.

59 Gezien de CEN TC350 normen MJ, netto calorische waarde als eenheid voorschrijven, wordt geopteerd voor deze LCI-gebaseerde methode. Deze methode is rechtstreeks gerelateerd aan de LCI-data van ecoinvent. Voor fossiele grondstoffen geeft ecoinvent enkel de bovenste verbrandingswaarde mee.

aspect louter kwantitatief becijferd wordt (in m<sup>3</sup> waterverbruik) op basis van LCI-data. Een overzicht van de geselecteerde bijkomende milieu-impactcategorieën (CEN+) en de bijhorende eenheden en milieu-impactmethoden worden gegeven in [Tabel 6](#).

milieu-indicator (CEN+)	eenheid	geselecteerde impactmethode
8. Menselijke toxiciteit: kanker en niet-kankereffecten (EN: <i>human toxicity, cancer and non-cancer effects</i> )	DALY*	ReCiPe endpoint <sup>60</sup>
9. Fijnstofvorming (EN: <i>particulate matter</i> )	DALY*	ReCiPe endpoint <sup>61</sup>
10. Ioniserende stralingseffecten op mens (EN: <i>ionising radiation, human health</i> )	DALY*	ReCiPe endpoint <sup>62</sup>
11. Ecotoxiciteit: a. aardse b. zoetwater c. mariene (EN: <i>ecotoxicity: terrestrial, freshwater and marine</i> )	kg 1,4 DB** eqv. kg 1,4 DB** eqv. kg 1,4 DB** eqv.	ReCiPe midpoint <sup>63</sup> ReCiPe midpoint <sup>64</sup> ReCiPe midpoint <sup>65</sup>
12. Landgebruik: bezetting: a. bos- en landbouw b. urbaan (EN: <i>land occupation agricultural/forest and urban</i> )	species x year species x year	ReCiPe endpoint <sup>66</sup> ReCiPe endpoint <sup>67</sup>
13. Landgebruik: omvorming a. natuur (excl. regewoud) b. tropisch regenwoud (EN: <i>land transformation: natural and tropical rain forest</i> )	species x year species x year	ReCiPe endpoint <sup>68</sup> ReCiPe endpoint <sup>69</sup>
14. Waterschaarste (EN: <i>water depletion</i> )	m <sup>3</sup> waterverbruik	ReCiPe midpoint <sup>70</sup>

\* DALY: disability-adjusted life year

\*\* DB: dichloorbenzeen

**Tabel 6: Geselecteerde CEN+ milieu-indicatoren met inbegrip van de eenheden en milieu-impactmethoden voor de individuele milieuscores.**

60 ILCD geeft de USEtox-methode op als beste optie. De ReCiPe-methode (zowel midpoint als endpoint) geniet eveneens van een zeer goede evaluatie en wordt als beste alternatief beschouwd. In het kader van een maximale overlapping tussen impactmethodes voor de geaggregeerde score wordt hier geopteerd voor de ReCiPe endpoint-methode.

61 De ReCiPe endpointmethode geniet volgens ILCD de voorkeur voor de bepaling.

62 Het onderliggend model van de ReCiPe-methode (zowel midpoint als endpoint) beschreven in (Goedkoop et al 2008) geniet volgens ILCD de voorkeur voor de bepaling. In het kader van een maximale overlapping tussen impactmethodes voor de geaggregeerde score wordt hier geopteerd voor de ReCiPe endpoint-methode.

63 ILCD geeft de USEtox-methode op als beste optie. De ReCiPe midpointmethode geniet eveneens van een zeer goede evaluatie en wordt als beste alternatief beschouwd. In het kader van een maximale overlapping tussen impactmethodes voor de geaggregeerde score wordt hier geopteerd voor de ReCiPe midpoint-methode.

64 idem

65 idem

66 ILCD raadt het gebruik van de "Soil Organic Matter"-methode aan voor de bepaling van impacten te wijten aan landgebruik, waarbij lokale effecten van landgebruik meegenomen worden. Deze data zijn echter weinig of niet beschikbaar voor de Belgische bouwcontext. De ReCiPe endpointmethode wordt als beste alternatief aanbevolen door ILCD.

67 idem

68 idem

69 idem

70 ILCD raadt het gebruik van de Swiss EcoScarcity midpointmethode aan, waarbij lokale effecten van waterschaarste meegenomen worden. Deze data zijn echter weinig of niet beschikbaar voor de Belgische bouwcontext. De ReCiPe midpointmethode biedt op basis van LCI de mogelijkheid om m<sup>3</sup> waterverbruik uit te drukken.

### 2.5.3 Bepaling van de geaggregeerde milieuscore

Gezien de evaluatie van milieugerelateerde materiaalprestaties van gebouwelementen de identificatie en keuze van milieuvriendelijke (verwerkte) materialen moet vergemakkelijken, is een eenduidig beslissingsmodel noodzakelijk. Een veelheid van individuele impactscores vormt zelden een goede basis om beslissingen te nemen. Op vraag van de OVAM wordt daarom de mogelijkheid geboden om het milieuprofiel van een gebouw(element) te bekijken via een geaggregeerde score. Gezien de Europese normen geen aggregatiemethode aanbevelen, wordt er een weging voorgesteld via monetariseren: de indicator wordt vermenigvuldigd met het monetariseringsgetal (bv: Xkg CO<sub>2</sub> eqv. maal Y€/kg CO<sub>2</sub> eqv.). Deze euro's drukken de milieuschade uit die niet in de prijs verrekend zit, maar die afgewenteld wordt naar de maatschappij door bijvoorbeeld ziekte en schade aan biodiversiteit. Deze milieukost kan vervolgens vergeleken worden met de respectievelijke financiële kost. Dit is een belangrijke meerwaarde ten opzichte van andere wegingmethodes zoals de panelmethode, de distance-to-targetmethode en schadefunctiemethodes (Allacker 2010, van den Dobbelsteen 2004). [Hoofdstuk 3](#) gaat dieper in op de keuze van monetarisatie als "wegingsmodel".

Zoals reeds vernoemd in de selectieprocedure (zie [paragraaf 2.5.1](#)) is het monetariseren afhankelijk van de keuze van de eenheid en zal het dus de selectie van de achterliggende impactmethode beïnvloeden. Bovendien wordt er aangeraden om bij aggregatie overeenstemmende impactmethodes te nemen voor de verschillende impactcategorieën, zodanig dat hiaten en dubbeltellingen vermeden worden. Binnen deze opdracht wordt er voor de bepaling van de geaggregeerde score geopteerd voor de recente ReCiPe-methodes. Volgens JRC (2011) hebben de compatibele ReCiPe endpoint- en/of midpointmethodes voor alle geselecteerde impactcategorieën een solide wetenschappelijke onderbouw. Hieronder wordt een overzicht gegeven van de bepaling van de impactmethode en de overeenkomstige eenheid voor de CEN en CEN+ milieu-indicatoren.

milieu-indicator (CEN)	eenheid	geselecteerde impactmethode
1. Klimaatsverandering (EN: <i>global warming</i> )	kg CO <sub>2</sub> eqv.	ReCiPe midpoint
2. Ozonaantasting (EN: <i>depletion of the stratospheric ozone layer</i> )	kg CFC-11 eqv.	ReCiPe midpoint
3. Verzuuring van bodem en waterbronnen (EN: <i>acidification of land and water sources</i> )	kg SO <sub>2</sub> eqv.	ReCiPe midpoint
4. Vermesting a. zoetwater b. mariene (EN: <i>eutrophication freshwater and marine</i> )	kg P eqv. kg N eqv.	ReCiPe midpoint ReCiPe midpoint
5. Fotochemische oxidantvorming (EN: <i>formation of tropospheric ozone photochemical oxidants</i> );	kg NMVOS* eqv.	ReCiPe midpoint
6. Uitputting van niet-fossiele grondstoffen (EN: <i>abiotic depletion of non fossil resources</i> )	kg Fe eqv.	ReCiPe midpoint
7. Uitputting van fossiele grondstoffen (EN: <i>abiotic depletion of fossil resources</i> )		nvt <sup>71</sup>

\*NMVOS: Vluchtige organische stoffen, exclusief methaan

**Tabel 7: Geselecteerde CEN milieu-indicatoren met inbegrip van de eenheden en milieu-impactmethoden voor de geaggregeerde milieuscore.**

<sup>71</sup> De monetarisatiewaarde voor de indicator 'uitputting van fossiele grondstoffen' is 0€/MJ, netto calorische waarde, gezien de monetaire waardering sterk gerelateerd is met de uitstoot van broeikasgassen. De monetaire waardering ten aanzien van klimaatsverandering (door de uitstoot van broeikasgassen) impliceert de keuze voor een emissietraject en de keuze van energiebronnen waarbij gebruik van fossiele brandstoffen wordt beperkt ten voordele van energie-efficiëntie en hernieuwbare energiebronnen. Zie [Bijlage 1](#) voor meer details.

milieu-indicator (CEN+)	eenheid	geselecteerde impactmethode
8. Menselijke toxiciteit: kanker- en niet kankereffecten (EN: <i>human toxicity, cancer and non-cancer effects</i> )	DALY*	ReCiPe endpoint
9. Fijnstofvorming (EN: <i>particulate matter</i> )	DALY*	ReCiPe endpoint
10. Ioniserende stralingseffecten op mens (EN: <i>ionising radiation, human health</i> )	DALY*	ReCiPe endpoint
11. Ecotoxiciteit: a. aardse b. zoetwater c. mariene (EN: <i>ecotoxicity: terrestrial, freshwater and marine</i> )	kg 1,4 DB** eqv. kg 1,4 DB** eqv. kg 1,4 DB** eqv.	ReCiPe midpoint
12. Landgebruik: bezetting: a. bos- en landbouw b. urbaan (EN: <i>land occupation agricultural/forest and urban</i> )	m <sup>2</sup> a m <sup>2</sup> a	ReCiPe midpoint ReCiPe midpoint
13. Landgebruik: omvorming a. natuur (excl. regewoud) b. tropisch regenwoud (EN: <i>land transformation: natural and tropical rain forest</i> )	m <sup>2</sup>	nvt <sup>72</sup> ReCiPe midpoint
14. Waterschaarste (EN: <i>water depletion</i> )		nvt <sup>73</sup>

\* DALY: disability-adjusted life year

\*\* DB: dichloorbenzeen

**Tabel 8: Geselecteerde CEN milieu-indicatoren met inbegrip van de eenheden en milieu-impactmethoden voor de geaggregeerde milieuscore.**

[Hoofdstuk 3](#) gaat dieper in op de bepaling van de monetaire waarden per indicator.

## 2.6 Overzicht

De beschreven MMG-bepalingsmethode wordt gekenmerkt als volgt:

### Integrale aanpak:

- Om een volledig beeld te hebben van het milieuprofiel van materialen, verwerkte materialen en elementen (en hoger) wordt de gehele levenscyclus in acht genomen (cf. cradle-to-grave LCA).
- Evenzeer wordt een uitgebreid pallet van milieu-indicatoren vooropgesteld (i.e. 18 op individueel niveau; 16 op gemonetariseerd niveau en 3 op geaggregeerd niveau), ter ondersteuning van de ontwikkeling van een expert-rekenmodel – steunend op de principes van levenscyclusanalyse (LCA), recente Europese normering en het belang voor Vlaams/Belgische milieuadministraties.
- Hierbij worden milieu-indicatoren geselecteerd, waarvan op een wetenschappelijk onderbouwde wijze de bijdrage tot bepaalde milieu-impacten kwantitatief bepaald wordt. Om dubbeltellingen te vermijden wordt geen evaluatie gedaan op basis van (additionele)

<sup>72</sup> De monetarisatiewaarde voor de indicator 'landomvorming van natuurlijk land naar land- of bosbouw (excl. regenwoud)' is nihil, wegens een tekort aan betrouwbare monetaire data. Zie [Bijlage 1](#) voor meer details.

<sup>73</sup> De monetarisatiewaarde voor de indicator 'waterschaarste' is nihil, wegens een tekort aan betrouwbare monetaire data. Zie [Bijlage 1](#) voor meer details.



LCI zoals opgenomen in de CEN-normen (2012, 2011a), bijvoorbeeld ter beschrijving van grondstofverbruik, afval, hergebruik van materiaal, componenten en energie.

- De verschillende evaluatieniveaus (op basis van individuele, gemonetariseerde of geaggregeerde scores) laten zowel een gedetailleerde onderbouwing van het milieuprofiel van materialen, verwerkte materialen en gebouwelementen toe, als het maken van beslissingen, bijvoorbeeld bij het vergelijken van verschillende elementvarianten. Hierdoor staat de bepalingmethode ter beschikking van verschillende actoren: van producenten en sectororganisaties tot gebruikers/bouwheren, ontwerpers, aannemers en milieuadministraties.
- Er wordt in eerste instantie gebruik gemaakt van een uitgebreide database van generieke LCI, zo veel mogelijk geharmoniseerd tot de Belgische bouwcontext. Aanvullend, laat de bepalingmethode het gebruik van producent- en sectorspecifieke (cradle-to-gate of cradle-to-grave) LCI-data toe.
- Er worden realistische scenario's opgesteld voor het transport van (verwerkte) materialen naar de werf en naar de EOL-verwerkingssite per materiaalcategorie, het type EOL-verwerking per materiaalcategorie, het percentage materiaalverlies tijdens de bouwfase en de levensduur van het gebouw.

#### **Modulaire opbouw:**

- De achterliggende milieudata zijn opgesteld per levenscyclusfase en kan apart bekeken worden.
- De achterliggende milieudata zijn hiërarchisch opgesteld: i.e. materiaal – verwerkt materiaal – gebouwelement – ...
- Milieuscores worden bekeken op 3 niveaus: enerzijds per individuele indicator (zowel CEN indicatoren als bijkomende indicatoren, gedefinieerd als CEN+), per gemonetariseerde indicator (zowel CEN als CEN+ indicatoren), anderzijds geaggregeerd (CEN, CEN+ en totaal).

#### **Uitbreidbaar / aanpasbaar:**

- De transparante rapportering van de bepalingmethode (en de modellering ervan) laat toekomstige wijzigingen of uitbreidingen door derden toe. Zo kunnen wegens betere inzichten in milieueffecten, verandering van normen en de bouwpraktijk, e.a. bijkomende milieu-indicatoren, andere impactmethodes, betere achterliggende LCI-data en scenario's, alsnog toekomstige monetaire waarden geïmplementeerd worden in de bepalingmethode.
- Voor het verkrijgen van betere bouwgerelateerde inzichten kan de bepalingmethode tevens uitgebreid worden tot op gebouw- en wijkniveau.
- Door het monetariseren van milieu-impacten kunnen (externe) milieukosten naast de financiële kosten gerelateerd aan het bouwbedrijf en gebruik van gebouwen gezet worden. Hiernaast is het steeds belangrijk om milieu- (en financiële) prestaties steeds naast de technische kenmerken en kwaliteiten van elementvarianten te plaatsen.



## 3 Monetarisatie

### 3.1 Monetarisatie van milieu-impacten

#### 3.1.1 Monetarisatie: het concept

Volgens CE Delft (2010) worden schaduwkosten gedefinieerd als geconstrueerde kosten voor goederen of productiefactoren die niet op markten worden verhandeld. Niet voor alle goederen en diensten zijn namelijk marktprijzen voorhanden of worden ze niet in hun totaliteit weergegeven. Milieu- en gezondheidseffecten, gerelateerd aan goederen en diensten, zijn hier goede voorbeelden van. Impacten op de gezondheid van de mens, op de kwaliteit van ecosystemen en op de beschikbaarheid van grondstoffen leiden uiteindelijk tot het verlies aan welvaart (en welzijn) van de gemeenschap. Gezien deze impacten momenteel niet vervat zijn in de investeringskost van goederen en diensten, worden de kosten om reële impacten te verhelpen en potentiële impacten te vermijden niet in rekening gebracht bij de investering. De hieraan gerelateerde kosten worden uiteindelijk doorgeschoven naar de gemeenschap en naar toekomstige generaties. Daarom worden schaduwprizen gerelateerd aan milieu-impacten ook wel **externe milieukosten** genoemd. Gezien de prijs voor milieukwaliteit niet direct op de markt bepaald kan worden, zal ze berekend moeten worden. Het bepalen van deze indirecte maatschappelijke kosten heeft tevens als voordeel dat (gemonetariseerde) milieu-impacten vergelijkbaar zijn met de financiële kosten gerelateerd aan de levenscyclus van goederen en diensten.

In deze studie wordt financiële waardering of monetarisatie van milieu-impacten gebruikt als wegingsmodel om verscheidene geïdentificeerde milieu-indicatoren (zoals bepaald in [paragraaf 2.5.3](#)) met elkaar te vergelijken en te aggregeren tot drie uniforme milieuscores: CEN, CEN+ en de som van beiden. Dit wordt uitgelegd in [paragraaf 3.3](#).

#### 3.1.2 Monetarisatie: de methoden

Principieel zijn er twee benaderingswijzen om externe milieukosten te bepalen. De eerste manier is de **schadekostenbenadering** die de milieukwaliteit waardeert aan de hand van een inschatting van de schade die ontstaat ten gevolge van emissies en andere aanpassingen aan het natuurlijke kapitaal. De tweede manier gaat uit van de kosten die gemaakt moeten worden om milieu(beleids)doelstellingen te halen. Dit wordt de **preventiekostenbenadering** genoemd. Beide benaderingen hebben hun eigen specifieke toepassingen en zijn daarom niet noodzakelijkerwijs elkaars concurrenten. Wel bestaat er veel onduidelijkheid bij gebruikers van schaduwprizen welke set van schaduwprizen gebruikt zou moeten worden ([CE Delft 2010](#))

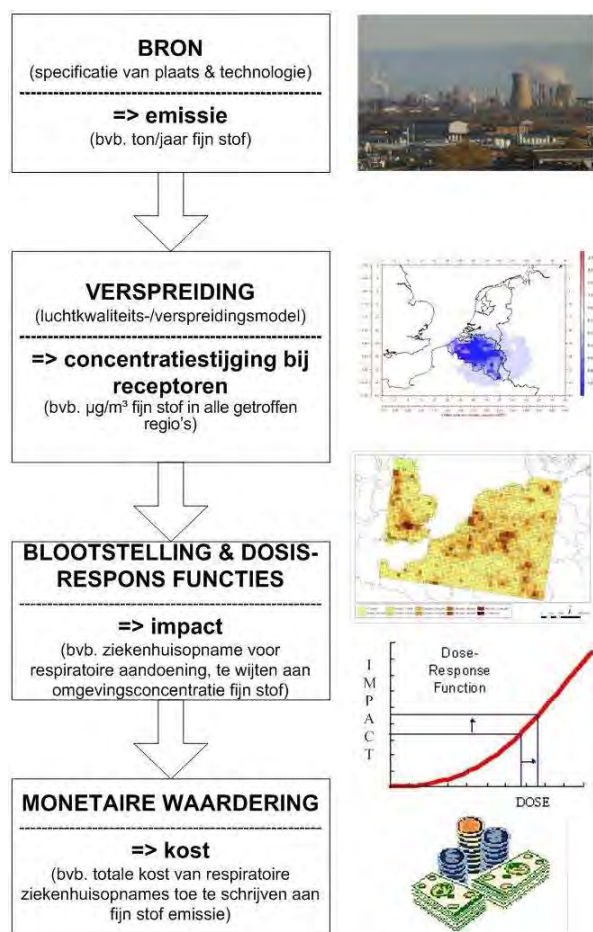
##### 3.1.2.1 Schadekosten

In de schadekostenbenadering wordt geprobeerd de vraagfunctie voor milieukwaliteit te schatten. Deze vraag is afhankelijk van de mogelijkheden van mensen om te betalen voor milieukwaliteit. Dit wordt algemeen aangeduid als de betalingsbereidheid of *Willingness to Pay*. Een andere optie is om te kijken naar de mate waarin mensen bereid zijn om milieuschade te accepteren. Dit is de acceptatiebereidheid ofwel *Willingness to Accept*. Beide concepten worden dus gedefinieerd in termen van individuele voorkeuren. ([CE Delft 2010](#))

Het schatten van de betalingsbereidheid kan worden aangepakt op verschillende manieren; ofwel via verklaarde voorkeuren ofwel via gebleken voorkeuren. Voor verklaarde voorkeuren worden vragenlijsten gebruikt waarmee de betalingsbereidheid van mensen wordt gemeten voor het handhaven of verbeteren van de milieukwaliteit. Voor veel milieuvraagstukken is dit lastig omdat de meeste mensen weinig kennis hebben over de relatie tussen de uitstoot van bepaalde emissies of het gebruik van bepaalde grondstoffen en de waardevolle aspecten die op het spel kunnen staan als gevolg ervan. Daarom moeten de vragen zorgvuldig worden opgesteld zodat de respondenten zich kunnen uitspreken over concrete zaken die ze kunnen begrijpen. Dit betekent dat de betalingsbereidheid voornamelijk wordt geschat op basis van concrete milieueffecten, zoals menselijke gezondheidsproblemen ten gevolge van vervuiling. ([CE Delft 2010](#))

Een belangrijk onderzoek dat deze methode heeft gevolgd kwam voort uit het Europese ExternE-raamwerk (EC 1996, 2005). Hier zijn de effecten van vervuiling op de menselijke gezondheid, kapitaalgoederen en ecosysteemdiensten zo goed mogelijk omgezet in financiële gevolgen voor waardevolle goederen. Door de waarde te bepalen van de schade door milieuvervuiling voor deze uiteindelijke effecten, kunnen we komen tot een benadering voor de betalingsbereidheid voor een extra eenheid milieukwaliteit.

De schadekosten-methode meet het verlies aan welvaart via een keten-effectbenadering waarbij bijvoorbeeld effecten van fijn stofemissies op de volksgezondheid worden berekend en vervolgens gewaardeerd in geldtermen (zie [Figuur 6](#)). Deze methode vereist dat je de gevolgen van 1kg emissie goed en volledig in kaart kan brengen, en dat je die schade zelf kan waarderen in geldtermen. Voor sommige effecten lukt dit redelijk; in het bijzonder voor een reeks effecten op volksgezondheid en voor schade aan landbouwgewassen. Deze schade wordt eerst berekend in fysieke eenheden (respectievelijk in hospitaalopnames en hoeveelheid gewas). De monetaire waardering van dergelijke impacten kan voor sommige gevallen gebaseerd zijn op marktprijzen (bijvoorbeeld voor één ton tarwe). Deze marktprijzen zijn dan een indicator voor de bereidheid tot betalen van de burger of andere marktpartijen voor milieu-impacten gerelateerd aan deze diensten of goederen. Voor de meeste effecten ten gevolge van milieuverontreiniging zijn echter geen marktprijzen beschikbaar. In deze gevallen is de waardering gebaseerd op studies uit de gezondheids- en milieueconomie (zoals binnen het ExternE-raamwerk). Zo wordt voor de financiële waardering van ademhalingseffecten ten gevolge van fijn stof rekening gehouden met zowel de kosten van medicatie en hospitalisatie, maar ook met verlies aan welvaart als gevolg van pijn en lijden voor het individu en anderen. Deze effecten worden gemeten via specifieke studies naar de bereidheid tot betalen van de burger om een gezondheids- of milieuprobleem te verhelpen. Deze waardering weerspiegelt dan de som van individuele preferenties van de burgers met betrekking tot pijn en lijden.

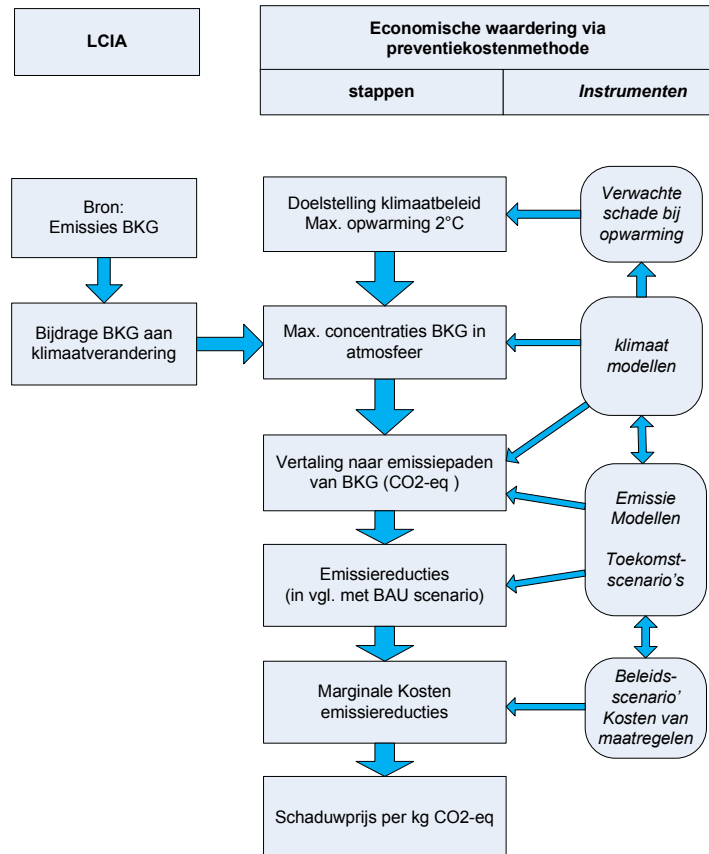


**Figuur 6: een keteneffectbenadering om de schadekosten van fijnstofvorming te bepalen, op basis van (CE Delft 2010)**

### 3.1.2.2 Preventiekosten

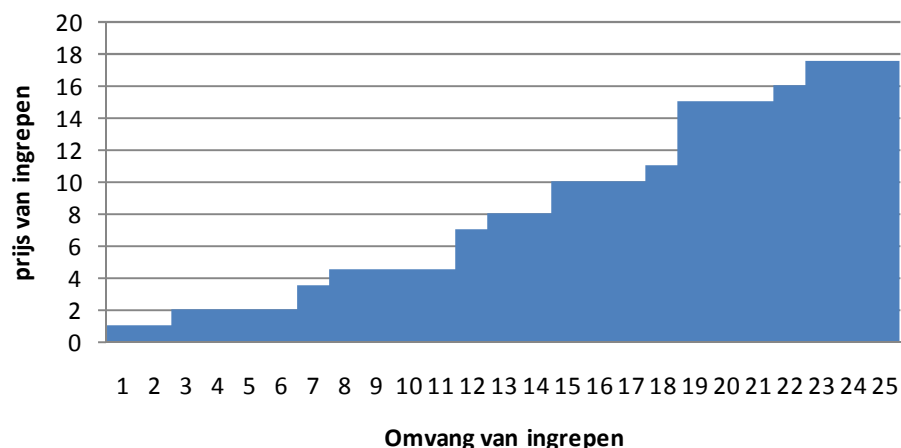
De preventiekosten-methode meet het verlies aan welvaart ten gevolge van een potentieel milieu-effect, bijvoorbeeld ten gevolge van emissies, aan de hand van de extra kosten die andere sectoren moeten maken om hun bijdrage tot hetzelfde milieu-effect ter compensatie (extra) te reduceren. Deze methodiek vereist kennis over de kosten van emissiebeperkingen in andere sectoren en aannames over welke emissiebeperkingen die sectoren nu al moeten nemen. De kosten die worden opgelegd aan de sectoren weerspiegelen de maatschappelijke bereidheid tot betalen om een gezondheids- of milieuprobleem te vermijden. Zij weerspiegelen de maatschappelijke preferenties zoals ze naar voor komen in een politiek beslissingsproces en waarbij de kosten van extra maatregelen worden afgewogen tegen de milieubaten van deze maatregelen.

**Figuur 7** geeft een overzicht van de verschillende stappen die nodig zijn om de preventiekosten ten aanzien van klimaatverandering af te leiden. Vooreerst moet men de bijdrage van de verschillende emissies aan de milieu-impact kunnen karakteriseren. Voor klimaatverandering wordt dit meestal uitgedrukt in CO<sub>2</sub>-equivalenten. Verder heeft men een concrete doelstelling nodig om deze problematiek aan te pakken. Voor klimaatverandering wordt dit uitgedrukt op het niveau van een maximaal milieu-effect, bijvoorbeeld het vermijden van 2°C globale opwarming. Deze is afgeleid op basis van inzichten dat een grotere klimaatverandering tot oncontroleerbare effecten kan leiden, ook al is er het besef dat bij een 2°C opwarming er reeds grote schade te verwachten is (IPCC 2007). Verder moet men die doelstelling doorvertalen naar emissiepaden en emissiereducties. Hiertoe heeft men informatie nodig over de verspreiding van de stoffen in de atmosfeer en hun onderlinge interacties. Dit is gelijkaardig aan de informatie die nodig is voor de schadetekostenmethode. Daarna heeft men informatie nodig over de emissiebronnen, en hun verwachte evolutie in een 'business-as-usual' (BAU) scenario, d.w.z. een scenario met gelijkblijvend beleid en verwachte sociaal economische ontwikkelingen. Het verschil tussen de emissies in het BAU scenario en de maximale emissies bepaalt de inspanningen die nodig zijn om de doelstelling te bereiken, en de kosten die hiermee samenhangen. Voor klimaatverandering wordt dit uitgedrukt in marginale emissiereductiekosten.



**Figuur 7: stappen en instrumenten nodig om de preventiekosten te bepalen ten aanzien van klimaatverandering**  
(Legende: LCIA: levenscyclusimpactanalyse; BKG = broeikasgassen; BAU = business-as-usual scenario)

Marginale reductiekosten slaan op de extra kosten die men in andere sectoren moet maken opdat in één sector (in deze studie: de bouwsector) een bepaalde hoeveelheid uitstoot gecompenseerd kan worden. **Figuur 8** geeft een illustratie van een marginale kostencurve, waarbij de kosten (cf. verticale as) zijn uitgedrukt per reductie-eenheid (bijvoorbeeld euro/ton CO<sub>2</sub>) en waarbij de horizontale as aangeeft hoeveel emissiereductie er met die maatregel wordt gehaald. Als men de maatregelen rangschikt per eenheidskost, bekomt men een kosteneffectiviteitscurve. Op deze curve kan men de marginale reductiekost aflezen om een bepaalde reductie te bereiken. De marginale reductiekost is de kost per extra reductie-eenheid voor de laatste maatregel op de kosteneffectiviteitscurve die nodig is om een bepaalde doelstelling te bereiken.



**Figuur 8: illustratie van een marginale kostencurve: reductiekosten uitgedrukt per cumulatieve reductie-ingreep**

Om deze methode te kunnen toepassen heeft men dus twee soorten informatie nodig:

- specifieke en goed onderbouwde milieudoelstellingen;
- de kosten van maatregelen om die doelstelling te bereiken, gerangschikt volgens kosteneffectiviteit.

Deze methode kan enkel gebruikt worden als er goed onderbouwde beleidsdoelstellingen zijn waarbij kosten en baten zijn afgewogen. Dit is niet het geval voor de meeste vervuilende stoffen. Voor de indicatoren “klimaatverandering” en “vermesting” is dit wel het geval.

Voor sommige milieuproblemen zijn er wel kostenfuncties beschikbaar, maar zijn er geen goed onderbouwde milieudoelstellingen of kan men niet aangeven welke maatregelen moeten genomen worden om die doelstellingen te bereiken. In dit geval kan men een variatie op deze methode hanteren, waarbij de onderzoeker zelf een milieudoelstelling vooropstelt of waarbij men de kost voor een specifieke maatregel hanteert als benadering voor de schaduwprijs. Op deze wijze heeft men bijvoorbeeld kosten van maatregelen voor biodiversiteit genomen als een benadering om een schaduwprijs voor verlies van biodiversiteit te bepalen.

### 3.1.2.3 Reflectie

Beide methodes hebben hun eigen voor- en nadelen. De voorkeur gaat uit naar de schadekostenmethode, omdat zij het beste het verlies aan welvaart in kaart brengt, en omdat waardering gebaseerd is op de bereidheid tot betalen van de burger. Deze methode vereist echter veel kennis en data voor zowel kwantificering van de effecten als hun financiële waardering. Deze informatie is niet voor alle milieuproblemen beschikbaar of is soms onzeker. Dit geldt in het bijzonder voor “klimaatverandering” en “verlies aan biodiversiteit”.

De preventiekostenmethode op zijn beurt vereist een goede kennis van de reductie-ingrepen (zoals emissiebeperkingen) die de andere sectoren sowieso zouden moeten nemen, en welke bijkomende reductie-ingrepen er dienen te gebeuren. Deze kennis is niet voor alle milieueffecten en -impacten beschikbaar. Bovendien zijn emissiebeperkingen die men sowieso moet

nemen sterk afhankelijk van aannames over het einddoel of de lange-termijn-doelstelling rond dit milieuprobleem. Deze methodiek vergt dus eveneens veel kennis en data.

In de praktijk moet men dus beide methodes combineren om een voldoende aantal milieu-impacten te kunnen waarderen. Ook voor deze studie worden beide methodieken gecombineerd. Sommige milieu-impacten zijn duidelijk op één methodiek gebaseerd. Zo is de schade op de menselijke gezondheid ten gevolge van “fijnstofvorming” gebaseerd op de schadekostenmethode en is de waardering van “klimaatsverandering” gebaseerd op de preventiekosten-methode. Voor andere milieu-indicatoren werd eerder een combinatie van beide methodieken gebruikt: bijvoorbeeld “toxiciteit ten aanzien van ecosystemen”.

We merken verder nog op dat de keuze voor de schadekostenmethode los staat van de vraag of het al dan niet wenselijk of beter is om de emissies te beperken. Het gaat enkel om een methodiek om de schaduw prijzen te bepalen. De keuze voor de preventiekosten-methode voor de bepaling van schaduwkosten betekent evenmin dat in de praktijk emissies uit andere sectoren noodzakelijkerwijze dalen.

## 3.2 Weging van milieu-impacten

Bij de vergelijking van de individuele milieu-indicatoren van functioneel gelijkwaardige productsystemen (in deze studie: gebouwelementen) is het soms lastig om te bepalen welke oplossing de voorkeur geniet. Vaak merkt men op in een vergelijkende studie dat de bijdrage tot de individuele milieu-indicatoren niet altijd de kleinste is voor dezelfde oplossing. Voor beslissingsmakers zoals architecten, aannemers, studiebureaus en de overheid, is het dus moeilijk om enkel op basis van de individuele indicatorscores beslissingen te nemen. Het onderling wegen van de milieu-indicatoren kan deze hindernis vermijden. Deze optionele stap binnen LCA is echter controversieel, gezien het moeilijk te bepalen is welk milieu-impact of milieuprobleem belangrijker is voor de maatschappij dan een andere. Gedurende de laatste jaren worden verschillende wegingmethodes voorgesteld. Deze worden onderverdeeld op de volgende wijze (van den Dobbelsteen 2004; Goedkoop et al 2010)<sup>74</sup>:

- **Delphi- of panelmethode:** een panel van interne of externe experts of vertegenwoordigers van sociale groepen wordt gevraagd een wegingsfactor te geven voor ieder milieu-effect of -thema op basis van hun eigen ervaringen.
- **Distance-to-targetmethode:** de wegingsfactor van ieder milieu-impact of -thema hangt af van het verschil tussen de huidige prestaties en een vooropgesteld niveau.
- **Milieukostenmethode:** milieu-effecten of -impacten worden vermenigvuldigd met een monetaisatiefactor op basis van preventie- en/of schadekosten.

Als algemene waarneming kan men stellen dat de vernoemde wegingmodellen kunnen leiden tot verschillende gewogen resultaten, ook al zijn ze gebaseerd op dezelfde individuele (genormaliseerde) indicatorscores. Het is daarom belangrijk om te weten welke wegingmethode er gebruikt werd. Ieder methode heeft zijn voor- en nadelen. Een panelmethode is snel en gemakkelijk uit te voeren. Maar de wegingresultaten zijn erg afhankelijk van de samenstelling van het panel. Een distance-to-targetmethode is objectiever, maar hangt sterk af van (lokale/regionale) politieke doelstellingen, die niet altijd te verzoenen zijn met het werkelijk belang voor het milieu (wereldwijd). Een milieukostenmethode is het meest objectief en laat vergelijking met de werkelijke financiële kosten toe. Daarentegen, is de bepaling van de schaduwkosten niet gemakkelijk en kunnen ze uitgevoerd worden op verschillende manieren. (van den Dobbelsteen 2004; Goedkoop et al 2010)

Gezien het de bedoeling is van deze studie om zo objectief mogelijk en op transparante wijze de milieugerelateerde materiaalprestaties van gebouwelementen in kaart te brengen, werd er geopteerd om de optionele wegingstap te baseren op een milieukostenmethode. De wijze van monetariseren per milieu-indicator (voor een Belgisch-Europese context) wordt gedetailleerd besproken in Bijlage 1.

---

<sup>74</sup> Aanvullend hierop, kan men ook schadefuncties gebruiken, waarin de wegingsfactoren gebaseerd zijn op de relatie tussen een milieu-interventie en de schade die ze berokkent ten aanzien van een schadecategorie zoals 'ecosystemen' en 'menselijke gezondheid' (van den Dobbelsteen 2004). Deze schadefuncties kunnen optioneel opgenomen worden in de vernoemde wegingsmethoden.



### 3.3 Aanpak binnen MMG-studie

In [Bijlage 1](#) wordt er per milieu-indicator (zoals opgelijst in [paragraaf 2.5.3](#)) – indien mogelijk – een schatting gegeven van de monetaire waarde. We baseren ons hierbij op de beschikbare informatie over deze indicatoren, hetzij op basis van de schadekostenmethode, en indien dit niet mogelijk is op basis van de preventiekostenmethode. De genomen schattingen worden op een wetenschappelijke basis verantwoord en, indien beschikbaar, vergeleken met andere studies. Alle geconsulteerde literatuur wordt opgenomen in de bibliografie in [Bijlage 8](#).

In eerste instantie wordt een centrale monetaire waarde per milieu-indicator geschat. Gegeven de complexiteit van de achterliggende mechanismen is het logisch dat deze schattingen omgeven zijn door een onzekerheid. Deze onzekerheid zal het onderwerp zijn van de gevoeligheidsanalyse op de monetarisatiefactoren, besproken in [Hoofdstuk 8](#). Om het onzekerheidsinterval per indicator te bepalen dienen we beroep te doen op de onzekerheidsverdeling van de gerelateerde schaduwkosten. Op basis van Spadaro & Rabl (2008) blijkt dat schadekosten typisch een lognormale verdeling volgen. Hierbij kan men het 68% betrouwbaarheidsinterval schrijven op basis van informatie van de centrale waarde en de standaarddeviatie:

- $\mu g$  = mediaan van de verwachte waardes
- 68% lage schatting :  $\mu g / \sigma g$  ( $\sigma g$  is de standaarddeviatie )
- 68% hoge waarde :  $\mu g * \sigma g$  ( $\sigma g$  is de standaarddeviatie )

Uit Monte-Carlo-analyses blijkt dat de standaarddeviatie voor schadekosten ten gevolge van luchtmissies typisch rond 3 ligt. Voor indicatoren waaromtrent de kennis kleiner is of de monetaire gegevens meer variabel zijn, wordt een standaarddeviatie voorgesteld van 4. Dit is het geval voor schattingen ten aanzien van “aantasting van de (stratosferische) ozonlaag”, “verzuring”, “vorming van fotochemische oxidantvorming”, “menselijke toxiciteit”, “ecotoxiciteit” en “ioniserende straling op de mens” ([Spadaro en Rabl, 2008](#)). Voor die indicatoren waar de financiële waardering als zeer onzeker geacht wordt, wordt een standaarddeviatie van 5 voorgesteld. Dit is het geval voor de schattingen ten aanzien van “uitputting van niet-fossiele grondstoffen”, “landbezetting” (zowel door bosbouw, agrarisch als urbaan gebruik) en “landomvorming”.

De waardering van de impacten ten aanzien van “klimaatwijziging” zijn gebaseerd op preventiekosten. Om eenzelfde aanpak te nemen voor alle indicatoren hebben we hier toch een lognormale verdeling van de kosten aangenomen. De financiële waardering van de indicator “vermesting” is gebaseerd op zowel schadekosten als preventiekosten uit de literatuur, en deze lopen erg uit elkaar, waardoor ook voor deze indicator een standaarddeviatie van 5 genomen wordt.

Zoals waargenomen kan worden in [Tabel 9](#) en [Tabel 10](#) heeft de waarde van de standaarddeviatie ( $\sigma g$ ) een belangrijke invloed op de bandbreedte van de monetaire waarden per milieu-indicator.

Niet alle milieu-indicatoren werden (apart) gemonetariseerd. De indicatoren “landomvorming van natuurlijk land naar land- of bosbouw (exclusief tropisch regenwoud)” en “waterschaarste” konden niet gemonetariseerd worden wegens een tekort aan betrouwbare monetaire data. Voor de indicator “uitputting van fossiele grondstoffen” werd 0€ per MJ. Netto calorische waarde aangenomen, omdat de monetaire waardering sterk gerelateerd is met de uitstoot van broeikasgassen. De monetaire waardering ten aanzien van klimaatverandering (door de uitstoot van broeikasgassen) impliceert de keuze voor een emissietraject en de keuze van energiebronnen waarbij gebruik van fossiele brandstoffen wordt beperkt ten voordele van energie-efficiëntie en hernieuwbare energiebronnen. Zie [Bijlage 1](#) voor meer details.



Tabel 9 en Tabel 10 geven een overzicht van de centrale waarde en de bandbreedte per CEN en CEN+ indicator. Bijlage 1 geeft een gedetailleerde verantwoording van de (al dan niet) financiële waardering per indicator.

milieu-indicator (CEN)	eenheid	σg	Mediaan (€/eenheid)	Minimum (€/eenheid)	Maximum (€/eenheid)
1. Klimaatsverandering	kg CO <sub>2</sub> eqv.	5	0,060	0,012	0,30
2. Ozonaantasting	kg CFC-11 eqv.	4	49,1	12,3	196,3
3. Verzuuring van bodem en waterbronnen	kg SO <sub>2</sub> eqv.	4	0,85	0,21	3,4
4. Vermesting					
a. zoetwater	kg P eqv.	5	100	20	500
b. mariene	Kg N eqv.	5	18	3,6	90
5. fotochemische oxidantvorming	kg NMVOS* eqv.	4	7,40	1,85	29,6
6. Uitputting van niet-fossiele grondstoffen	kg Fe eqv.	5	0,0520	0,0104	0,26
7. Uitputting van fossiele grondstoffen	nvt <sup>75</sup>		/	/	/

\*NMVOS: Vluchtige organische stoffen, exclusief methaan

**Tabel 9: overzicht van monetaire waarden (mediaan, minimum, maximum) voor de CEN indicatoren.**

milieu-indicator (CEN)	eenheid	σg	Mediaan (€/eenheid)	Minimum (€/eenheid)	Maximum (€/eenheid)
8. menselijke toxiciteit: kanker- en niet kankereffecten	DALY*	4	60000	15000	240000
9. fijnstofvorming	DALY*	3	60000	20000	180000
10. ioniserende stralingseffecten op mens	DALY*	4	60000	15000	240000
11. ecotoxiciteit:					
a. aardse,	kg 1,4 DB** eqv.	4	4,310	1,078	17,24
b. zoetwater	kg 1,4 DB** eqv.	4	0,0190	0,00475	0,0760
c. mariene	kg 1,4 DB** eqv.	4	1,40 <sup>E</sup> -06	3,50 <sup>E</sup> -07	5,60 <sup>E</sup> -06
12. landgebruik: bezetting:					
d. bos- en landbouw	m <sup>2</sup> a	5	0,0360	0,00700	0,182
e. urbaan	m <sup>2</sup> a	5	0,181	0,0360	0,907
13. landgebruik: omvorming					
f. natuur (excl. regewoud)	nvt <sup>76</sup>	/	/	/	/
g. tropisch regenwoud	m <sup>2</sup>	5	0,80	0,16	4,0
15. waterschaarste	nvt <sup>77</sup>	/	/	/	/

**Tabel 10: overzicht van monetaire waarden (mediaan, minimum, maximum) voor de CEN+ indicatoren.**

75 De monetarisatiewaarde voor de indicator 'uitputting van fossiele grondstoffen' is 0€/ MJ, netto calorische waarde, gezien de monetaire waardering sterk gerelateerd is met de uitstoot van broeikasgassen. De monetaire waardering ten aanzien van klimaatsverandering (door de uitstoot van broeikasgassen) impliceert de keuze voor een emissietraject en de keuze van energiebronnen waarbij gebruik van fossiele brandstoffen wordt beperkt ten voordele van energie-efficiëntie en hernieuwbare energiebronnen. Zie Bijlage 1 voor meer details.

76 De monetarisatiewaarde voor de indicator 'landomvorming van natuurlijk land naar land- of bosbouw (excl. regenwoud)' is nihil, wegens een tekort aan betrouwbare monetaire data. Zie Bijlage 1 voor meer details.

77 De monetarisatiewaarde voor de indicator 'waterschaarste' is nihil, wegens een tekort aan betrouwbare monetaire data. Zie Bijlage 1 voor meer details.

## 3.4 Eerste inzichten

Op basis van de vorige paragrafen kan men enigszins besluiten dat het bepalen van schaduwkosten per milieu-indicator de meest objectieve en transparante manier is om de verschillende indicatoren te wegen in het kader van deze studie. Het is echter niet vanzelfsprekend om sluitende monetarisatiefactoren te bepalen voor iedere indicator. Daarenboven weegt de complexiteit van het bepalen van schade- en/of preventiekosten door op de onzekerheid van de financiële waardering. Op basis van de minimum- en maximum-waarden voor de CEN en CEN+ indicatoren, opgelijst in [Tabel 9](#) en [Tabel 10](#), kan men al vermoeden dat monetarisatie een belangrijke parameter zal zijn binnen het bepalen van de milieuprofielen van de geselecteerde elementvarianten. Dit wordt onderzocht via gevoeligheidsanalyses en besproken in [Hoofdstuk 8](#).

Het bepalen van schaduwkosten voor de bouwsector is een werk van lange adem en moet regelmatig geüpdate worden. Niet alle monetarisatiefactoren konden bepaald worden op dezelfde manier (via schadekosten of preventiekosten) en niet alle data zijn beschikbaar of rechtstreeks van toepassing (voor dezelfde regio en bouwcontext). Om de onzekerheid op de monetarisatiefactoren te verkleinen is het dan ook noodzakelijk om verder onderzoek te voeren hiernaar.

## 4 Modelling

### 4.1 Inleiding

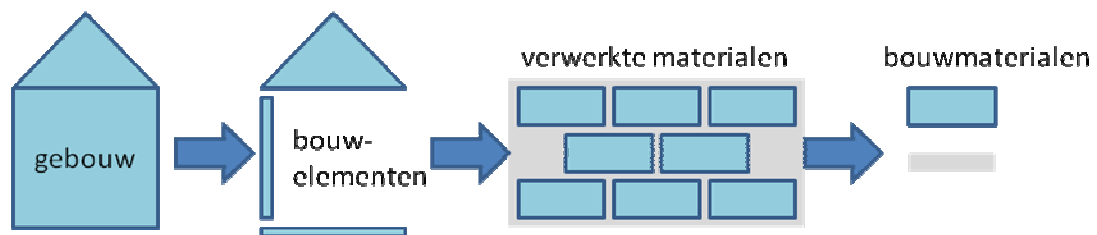
In dit hoofdstuk wordt een detailbeschrijving gegeven van het expert-rekenmodel, dat ontwikkeld werd om de milieugerelateerde materiaalprestatie van gebouw(element)en te kunnen bepalen volgens de in [Hoofdstuk 2](#) uitgewerkte MMG-bepalingsmethode en gebruik makend van de in [Hoofdstuk 3](#) weergegeven monetarisatiefactoren.

Na een inleidende paragraaf aangaande de vier analyseniveaus, die binnen het rekenmodel meegenomen worden, worden de verschillende databanken en rekentools van het expert-model in detail beschreven. Vermits het project in de eerste plaats tot doel had een expert-rekenmodel tot op elementniveau uit te werken, wordt in de laatste paragraaf enkel een aanzet gegeven tot een mogelijke uitbreiding van het model tot op gebouwniveau.

### 4.2 Rekenmodel met hiërarchische structuur

#### 4.2.1 Vier analyseniveaus

Het expert-rekenmodel ter bepaling van de milieugerelateerde materiaalprestatie van gebouw(element)en is opgebouwd volgens een hiërarchische structuur en onderscheidt vier analyseniveaus: gebouw, bouwelement, verwerkt materiaal en materiaal (zie [Figuur 9](#)) ([Allacker 2010](#), [Allacker et al. 2011](#)). Elk hoger niveau is gebaseerd op het onderliggend niveau. Zo wordt een gebouw opgebouwd uit een aantal grote bouwelementen, die op hun beurt bestaan uit een aantal verwerkte materialen, die op hun beurt weer opgebouwd worden uit een aantal bouwmaterialen. Elk van deze vier niveaus wordt hieronder meer in detail toegelicht.



*Figuur 9: Illustratie van de hiërarchische structuur van het rekenmodel met de vier analyseniveaus.*

##### 4.2.1.1 Materialen

Het laagste niveau binnen het rekenmodel is het niveau van de (bouw)materialen. Een (bouw)materiaal komt overeen met een individueel product of materiaal, dat door de aannemer aangekocht en vervolgens op de werf (vaak op verschillende manieren) toegepast kan worden. Schoonmaak- en onderhoudsproducten en -processen kunnen op een analoge manier geïntegreerd worden. De hoeveelheid van het beschouwde materiaal of proces wordt uitgedrukt in standaardmaten, zijnde kg, l, m, m<sup>2</sup>, m<sup>3</sup> of stuk. Voorbeelden van individuele (bouw)materialen zijn bakstenen (stuk), cementmortel (kg), acrylverf (l), MDF binnendeur (stuk), EPDM voor daken (m<sup>2</sup>), gipskartonplaat (m<sup>2</sup>), gezaagd zachthout (m<sup>3</sup>), wapeningsstaal (kg), stortbeton (m<sup>3</sup>) en drinkwater (l). Voorbeelden van schoonmaak- en onderhoudsproducten en -processen zijn allesreiniger (l), antimosproduct (l), hogedrukreinigen (m<sup>2</sup>) en stofzuigen (m<sup>2</sup>).

##### 4.2.1.2 Verwerkte materialen

Het tweede, iets hoger niveau, is het niveau van de verwerkte materialen. Een verwerkt materiaal wordt meestal opgebouwd uit meerdere samenstellende materialen, vaak één hoofdmateriaal en één of meerdere secundaire hulpmaterialen, en komt meestal overeen met een post in een meetstaat. Een verwerkt materiaal beoogt een welbepaalde toepassing (vb. draagstructuur of afwerking) in een welbepaald gebouwelement (vb. plat dak, verdiepingsvloer of buitenwand) en is uitgedrukt in een welbepaalde functionele eenheid (in dit project meestal 1 m<sup>2</sup> verwerkt materiaal). De beoogde toepassing van het verwerkt materiaal binnen het gebouwelement en de overeenkomende functionele eenheid bepalen de benodigde

hoeveelheden van elk van de samenstellende materialen. Voorbeelden van verwerkte materialen zijn 1 m<sup>2</sup> metselwerk, bestaande uit x stuks snelbouwstenen van een bepaald type en y kg cementmortel, 1 m<sup>2</sup> geverfde binnenwand, bestaande uit meerdere lagen verf (i.e. x l acrylverf), 1 m<sup>2</sup> gedeeltelijk verlijmd EPDM dakmembraan, bestaande uit 1 m<sup>2</sup> EPDM membraan en y kg lijm, 1 m<sup>2</sup> geschroefde gipskartonplaten, bestaande uit 1 m<sup>2</sup> gipskartonplaten met een specifieke dikte en y stuks schroeven, een houten onderstructuur voor gipsplaten, bestaande uit x m<sup>3</sup> zachthout en y stuks schroeven en 1 m<sup>2</sup> gewapend betonnen welfsels, bestaande uit x kg wapeningsstaal en y m<sup>3</sup> beton.

#### 4.2.1.3 Bouwelementen

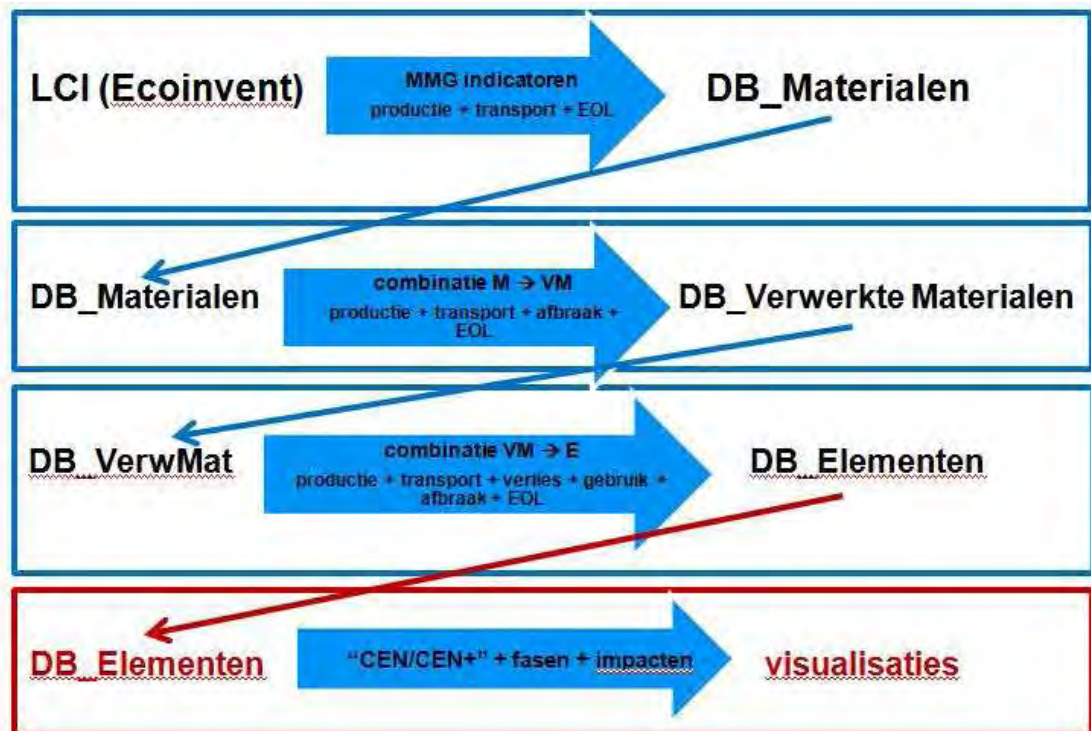
Het volgende niveau binnen het rekenmodel is het elementniveau. Een (bouw)element is een functioneel onderdeel of systeem van een gebouw, dat binnen dat gebouw een welbepaalde functie vervult. Het is in feite een abstracte, materiaallose definitie, waarmee de ontwerper gewoon is te werken. Voorbeelden van bouwelementen zijn plat dak, hellend dak, buitenwand, dragende en niet-dragende binnenwand, vloer op volle grond, verdiepingsvloer, buitenschrijnwerk en installaties. Bouwelementen worden opgebouwd uit verschillende onderdelen, voor de ruimtebegrenzende elementen meestal een primaire structuur, één of meerdere afwerkingslagen en soms een isolatielaag. Een voorbeeld hiervan is een buitenwand, die opgebouwd wordt uit een buitenspouwblad, een isolatielaag, een binnenspouwblad en een afwerkingslaag. Voor elk van de verschillende onderdelen zijn verschillende technische oplossingen mogelijk. Deze technische oplossingen zijn meestal opgebouwd uit één of meerdere verwerkte materialen. Voorbeelden hiervan zijn een buitenspouwblad, bestaande uit een gemetste gevelsteen, een architecturaal beton of houten planken op een houten onderstructuur, een isolatielaag uit EPS, PUR of rotswol (inclusief benodigde spouwankers e.d.), een binnenspouwblad, bestaande uit een gemetste of gelijmde snelbouwsteen, een gemetste holle of volle betonsteen, een gelijmde cellenbetonsteen of een gelijmde kalkzandsteen en een afwerkingslaag, bestaande uit geverfde gipskartonplaten op een houten onderstructuur of een gipspleister met of zonder verf. Een verschillende combinatie van verwerkte materialen leidt dus tot verschillende alternatieven voor één specifiek bouwelement. Belangrijk hierbij is dat deze alternatieven meestal gekenmerkt worden door verschillende prestaties op het vlak van dikte, draagkracht, akoestiek, isolatiegraad, ... De milieu-impact van een bouwelement wordt uitgedrukt per functionele eenheid (i.e. in dit project 1 m<sup>2</sup> element).

#### 4.2.1.4 Gebouwen

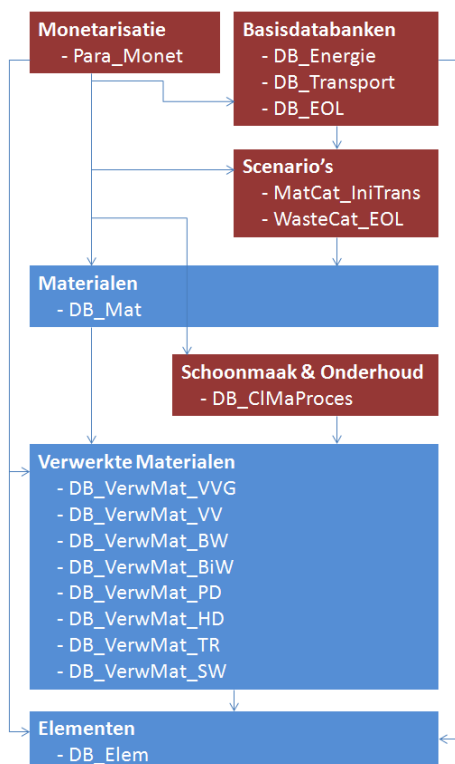
Gebouwen, tot slot, vertegenwoordigen het hoogste niveau van de hier beschouwde hiërarchische structuur. Een gebouw wordt opgebouwd uit een combinatie van verschillende zo onafhankelijk mogelijk gedefinieerde bouwelementen. Voorbeelden van een gebouw zijn een rijhuis, een vrijstaande woning, een schoolgebouw en een kantoorgebouw.

### 4.2.2 Drie databanken

Binnen dit project werd in drie opeenvolgende stappen voor de drie laagste niveaus van de bovenstaande hiërarchische structuur, i.e. materiaal-, verwerkt materiaal- en elementniveau, een uitgebreide Excel spreadsheet opgesteld, met hierin verschillende databanken met input- en outputgegevens, op basis waarvan de milieu-impact van de geselecteerde materialen (Databank Materialen), verwerkte materialen (Databank Verwerkte Materialen) en elementen (Databank Elementen) berekend wordt (zie [Figuur 10](#) en [Figuur 11](#); [Allacker, 2010](#); [Allacker et al. 2011](#)). Een gedetailleerde beschrijving van deze databanken wordt weergegeven in [paragrafen 4.3, 4.4 en 4.5](#). Een databank op gebouwniveau werd (nog) niet uitgewerkt, daar deze buiten de scope van dit project valt. Een eerste aanzet tot een mogelijke uitbreiding van het huidige model tot op gebouwniveau wordt gegeven in [paragraaf 4.6](#).



**Figuur 10:** Overzicht van de drie opeenvolgende stappen, waarin achtereenvolgens de databanken op materiaal-, verwerkt materiaal- en elementniveau opgesteld worden. Een visualisatie van de resultaten op elk niveau vertegenwoordigt een vierde stap.



**Figuur 11:** Overzicht van de structuur en de bijhorende databanken binnen het expert-rekenmodel. De hoofddatabanken op de drie niveaus, i.e. Databank Materialen, Databank Verwerkte Materialen en Databank Elementen, zijn blauw gekleurd, de onderliggende databanken, i.e. Monetarisatie, Basisdatabanken, Scenariodatabanken en Databank Schoonmaak en Onderhoud, zijn bruin gekleurd.

## 4.3 Databank Materialen

### 4.3.1 Inleiding

Het expert-rekenmodel op (bouw)materiaalniveau bestaat uit een Excel spreadsheet, die opgebouwd is uit verschillende tabbladen. Elk tabblad vertegenwoordigt een aparte databank met input- en outputgegevens, die bijdragen tot een gedetailleerde analyse van de milieu-impact van de geselecteerde (bouw)materialen (zie [Figuur 11](#)). In de onderstaande paragrafen worden de Databank Materialen en de hieraan gekoppelde basisdatabanken in meer detail besproken.

Door te werken met aparte tabbladen blijft de mogelijkheid bestaan om later gegevens aan te passen of toe te voegen (flexibiliteit), is er sprake van transparantie, wat een correcte interpretatie van de resultaten toelaat, en kan de tool toegepast worden vanaf de ontwerpfase om de verschillende gebouwelementen gaandeweg in meer detail te definiëren ([Allacker 2010](#), [Allacker et al. 2011](#)).

### 4.3.2 Databank Materialen

De databank op materiaalniveau is de Databank Materialen (DB\_Mat; zie [Figuur 10](#), [Figuur 11](#) en [Figuur 12](#)). Deze databank heeft tot doel voor een reeks van individuele (bouw)materialen en processen de milieu-impact ten gevolge van hun productie, transport van fabriek tot werf, transport van werf tot EOL en EOL te inventariseren, zodat deze op hoger niveau gebruikt kan worden om de milieu-impact van de geselecteerde verwerkte materialen (zie [paragraaf 4.4](#) en [Hoofdstuk 6](#)) en gebouwelementen (zie [paragraaf 4.5](#) en [Hoofdstuk 7](#)) te berekenen.

De Databank Materialen bestaat uit verschillende onderdelen (zie [Figuur 12](#)).



**Figuur 12:** Ter illustratie: schermafdruck van een deel van de databank materialen met zijn verschillende onderdelen.

In een eerste deel worden de geselecteerde (bouw)materialen en processen opgelijst (zie [Figuur 12](#) en [Figuur 13](#)). Deze selectie is gebaseerd op de selectie van representatieve bouwelementvarianten (zie [Hoofdstuk 7](#)) en hun samenstellende verwerkte materialen (zie [paragraaf 4.4](#) en [Hoofdstuk 6](#)), die binnen dit project geanalyseerd en in detail beschreven worden. Het model laat echter toe om op elk moment bijkomende materialen en processen aan deze databank toe te voegen.

MATERIAAL	type	eenheid	algemene info	Ingredients	databank	dichtheid	herkomst	type of data
6						kg/eenheid		
7								
9	Acrylic binder, 34% in H2O, at plant/RER U_H	organic			Ecoinvent 2.0 & 2.2			
10	Acrylic varnish, 87.5% in H2O, at plant/RER U_H	construction/paints			Ecoinvent 2.0 & 2.2			
11	Acrylic varnish, 87.5% in H2O, at plant/RER U_H op hout_gebroken	construction/paints			Ecoinvent 2.0 & 2.2			
12	Acrylic varnish, 87.5% in H2O, at plant/RER U_H op houtvezelplaat	construction/paints			Ecoinvent 2.0 & 2.2			
13	Acrylic varnish, 87.5% in H2O, at plant/RER U_H op inert materiaal	construction/paints			Ecoinvent 2.0 & 2.2			
14	Acrylic varnish, 87.5% in H2O, at plant/RER U_H op pleister	construction/paints			Ecoinvent 2.0 & 2.2			
15	Air-tight foil	plastics/thermoplasts			product info			Miofol 125 S
16	Alkyd paint, white, 60% in H2O, at plant/RER U_H op hout_niet-gebroken	construction/paints			Ecoinvent 2.0 & 2.2			
17	Alkyd paint, white, 60% in H2O, at plant/RER U_H op pleister	construction/paints			Ecoinvent 2.0 & 2.2			
18	All purpose cleaner	washing agents			product info			Antikal?
19	Aluminium alloy, AlMg3, at plant/RER U_H_Dakrand	metal alloys			Ecoinvent 2.0 & 2.2			
20	Aluminium U-profile for standard system panel (width 1200mm)_H	system wall components	typical amount (surface) of aluminium profile for	expert judgment		0.88536		
21	Aluminium U-profile for system wall	system wall components	amount of aluminium profile per m for system w	product info		1.24		
22	Anhydrite floor, at plant/CH U_H	construction/other			Ecoinvent 2.0 & 2.2			
23	Anodising, aluminium sheet/RER U_H	processing/metals			Ecoinvent 2.0 & 2.2			
24	Antimos product_H	pitched roof/maintenance			expert judgment			VITO (Carolin
25	Autoclaved aerated concrete block, at plant/CH U_H	construction/concrete			Ecoinvent 2.0 & 2.2			
26	Basalt_imported_H	general			Ecoinvent 2.0 & 2.2			vloer
27	Base plaster, at plant/CH U_H	construction/coverings			Ecoinvent 2.0 & 2.2			
28	Belgian mix_sawn timber, hardwood, planed, kiln dried, at plant_H_latten	wooden products			expert judgment	600		adjustestment biogenic
29	Belgian mix_sawn timber, hardwood, planed, kiln dried, at plant_H_parket	wooden products			expert judgment	600		adjustestment biogenic
30	Belgian mix_sawn timber, hardwood, planed, kiln dried, at plant_H_skelet	wooden products			expert judgment	600		adjustestment biogenic
31	Belgian mix_sawn timber, softwood, planed, kiln dried, at plant_H_latten	wooden products			expert judgment	400		adjustestment biogenic
32	Belgian mix_sawn timber, softwood, planed, kiln dried, at plant_H_skelet	wooden products			expert judgment	400		adjustestment biogenic
33	Biocides_H	general			Ecoinvent 2.0 & 2.2			
34	Bitumen adhesive compound, cold, at plant/RER U_H	construction/sealing			Ecoinvent 2.0 & 2.2			
35	Bitumen adhesive compound, hot, at plant/RER U_H	construction/sealing			Ecoinvent 2.0 & 2.2			
36	Bituminised fibreboard soft, at plant/RER U_H	wooden products			Ecoinvent 2.0 & 2.2	253.59		Celit 3D
37	Bitumen sealing V60, at plant/RER U_H	construction/sealing			Ecoinvent 2.0 & 2.2			
38	Bitumen sealing, at plant/RER U_H	plastics/rubbers			Ecoinvent 2.0 & 2.2			
39	Bitumen sealing, at plant/RER U_H_APP Bitumen_roof	plastics/rubbers			Ecoinvent 2.0 & 2.2			

**Figuur 13:** Ter illustratie: schermafdruck van een deel van de lijst van (bouw)materialen en processen in de Databank Materialen.



De individuele (bouw)materialen en processen worden weergegeven onder de vorm van materiaalrecords (zie eerste kolom in [Figuur 13](#)). Deze records omvatten Life Cycle Inventory (LCI) gegevens, die de milieu-ingrepen van de productie van dat materiaal ('to gate') of van dat proces in kaart brengen. Het betreft LCI-data op vlak van het gebruik van grondstoffen en energie en op vlak van emissies naar lucht, water, bodem, afval en nuttige producten, die geproduceerd worden. Deze gegevens worden weergegeven per standaardhoeveelheid van het betrokken materiaal of proces (i.e. kg, m, m<sup>2</sup>, m<sup>3</sup>, ...; cf. kolom 3 in [Figuur 13](#)).

In de meeste gevallen zijn de in de Databank Materialen opgenomen materiaalrecords gebaseerd op een datarecord uit de Zwitserse Ecoinvent databank (v2.0 of v2.2; [Ecoinvent, 2010](#); zie kolom 6 in [Figuur 13](#)). Deze databank is één van de meest recente en meest complete LCI-databanken, die momenteel door LCA-experten over gans Europa gebruikt worden. Indien voor een bepaald materiaal of proces geen Ecoinvent record beschikbaar is, wordt voor het opstellen van de materiaalrecord gebruik gemaakt van LCI-data uit andere databanken, waaronder de IVAM LCA data 4.0 databank ([IVAM, 2001](#)), of wordt, op basis van specifieke productinformatie (vb. technische fiches) en/of expertbeoordeling en gebruik makend van beschikbare records in de Ecoinvent en andere databanken, een specifieke materiaalrecord samengesteld. Indien relevant, wordt in de databank voor het betrokken materiaal bijkomende detailinformatie gegeven aangaande de samenstellende stoffen, de densiteit, de herkomst en/of het type data (zie kolommen 4, 5, 7, 8 en 9 in [Figuur 13](#)).

Zoals in de MMG-bepalingsmethode (zie [Hoofdstuk 2](#)) vastgelegd wordt, werden alle geselecteerde materiaalrecords uit de Ecoinvent- en andere databanken aangepast om ze representatiever te maken voor de Belgische context. Concreet wil dit zeggen dat voor de productie van de (bouw)materialen (i.e. effecten tot aan de 'gate') steeds geopteerd wordt voor processen, die representatief zijn voor West-Europa, of dat, bij gebrek aan West-Europese processen in de databank, de elektriciteitsmix voor de productie van het betreffende materiaal of product vervangen wordt door de West-Europese mix (tot één energieniveau diep) en/of dat de processen voor het transport van de grondstoffen naar de fabriek representatief genomen worden voor West-Europa. Voor bepaalde grondstoffen, i.e. gezaagd hard- en zachthout en blauwe hardsteen, werden, omwille van het relatief groot aandeel aan import en het te groot verschil met de veronderstellingen binnen Ecoinvent, bijkomend specifieke scenario's voor het transport naar België opgesteld en geïntegreerd in de betrokken Ecoinvent records (cf. records "Belgian mix, sawn timber, hardwood" en "Belgian mix, sawn timber, softwood" in [Figuur 13](#); gemiddelde transportscenario's voor hard- en zachthout, zoals gebruikt in België, en verschillende transportscenario's voor blauwe hardsteen, afkomstig uit Azië, en blauwe hardsteen, afkomstig uit Wallonië). Tot slot werd de productdata voor stortbeton aangepast aan de Belgische praktijk (zie [Hoofdstuk 2](#) voor meer details). Een gevolg van deze aanpassing naar de Belgische context is dat, als Ecoinvent een update uitbrengt, alle herrekeningen naar de Belgische situatie opnieuw dienen te gebeuren.

Aan elk van de individuele (bouw)materialen worden vervolgens een transport- en afvalcategorie, alsook relevante EOL-processen (hier enkel storten en verbranden, omdat recyclage en hergebruik buiten de systeemgrenzen vallen) gekoppeld (zie [Figuur 14](#)). De transportcategorieën komen overeen met een specifiek scenario aangaande het transport van de betrokken (bouw)materialen van fabriek tot werf, terwijl de afvalcategorieën de kenmerken aangaande het transport van werf tot EOL, alsook de eindbestemming van het betrokken bouw- en sloopafval bepalen. De transport- en afvalcategorieën, waaruit gekozen kan worden, worden vastgelegd in de bepalingmethode en zijn weergegeven in [Tabel 3](#) en [Tabel 4](#) in [Hoofdstuk 2](#)) en in [Tabel 11](#) en [Tabel 12](#) in [paragraaf 4.3.5](#). Hun respectievelijke milieu-impact per eenheid materiaal wordt berekend in de basisdatabanken aangaande transport en EOL en de bijhorende scenario's (i.e. transportmiddelen, transportafstanden en bestemmingen) worden weergegeven in de scenariodatabanken aangaande transport en EOL (zie [Figuur 11](#) en [paragrafen 4.3.4.2, 4.3.4.3, 4.3.5.1 en 4.3.5.2](#) voor meer details). De EOL-processen, waaruit gekozen kan worden, staan tesamen met hun milieu-impact per eenheid materiaal opgelijst in de basisdatabank EOL (zie [paragraaf 4.3.4.3](#) voor meer details).

	MATERIAAL/ AFVAL CATEGORIE - EOL PROCESSEN			
MATERIAAL	transport naar de bouwsite: materiaal categorie	afval categorie	EOL PROCESSEN	
			storten	verbranden
Acrylic binder, 34% in H2O, at plant/RER U_H	afwerkingsproducten: vloerbekledingen (	brandbaar restafval: andere afvalfracties (tapijt, linoleum, zonnepanelen)	Emulsieverbranden_H	
Acrylic varnish, 87.5% in H2O, at plant/RER U_H	afwerkingsproducten: verf en vernis	afwerkingslaag verkleefd aan hout, kunststof of metaal (verf, coatings, lijmen)	Verf verbranden_H	
Acrylic varnish, 87.5% in H2O, at plant/RER U_H op hout_gebroken	afwerkingsproducten: verf en vernis	afwerkingslaag verkleefd aan hout, kunststof of metaal (verf, coatings, lijmen)	Verf verbranden_H	
Acrylic varnish, 87.5% in H2O, at plant/RER U_H op houtvezelplaat	afwerkingsproducten: verf en vernis	afwerkingslaag verkleefd aan hout, kunststof of metaal (verf, coatings, lijmen)	Verf verbranden_H	
Acrylic varnish, 87.5% in H2O, at plant/RER U_H op inert materiaal	afwerkingsproducten: verf en vernis	afwerkingslaag verkleefd aan puin (verf)	Verf storten_H	
Acrylic varnish, 87.5% in H2O, at plant/RER U_H op pleister	afwerkingsproducten: verf en vernis	afwerkingslaag verkleefd aan puin (verf)	Verf storten_H	
Air-tight foil	losse producten voor ruwbouw (snelbouw)	polyolefinen (PP, PE), leidingen, folies (PE, storten_H)	PE verbranden_H	
Alkyd paint, white, 60% in H2O, at plant/RER U_H op hout_niet-gebroken	afwerkingsproducten: verf en vernis	afwerkingslaag verkleefd aan hout, kunststof of metaal (verf, coatings, lijmen)	Verf verbranden_H	
Alkyd paint, white, 60% in H2O, at plant/RER U_H op pleister	afwerkingsproducten: verf en vernis	afwerkingslaag verkleefd aan puin (verf)	Verf storten_H	
All purpose cleaner	no transport	no waste		
Aluminium alloy, AlMg3, at plant/RER U_H_Dakrand	afwerkingsproducten: schrijnwerk (raam)	metalen	Aluminium, 0% water, to sanitary landfill/CH U	
Aluminium U-profile for standard system panel (width 1200mm)_H	afwerkingsproducten: schrijnwerk (raam)	metalen	Aluminium, 0% water, to sanitary landfill/CH U	
Aluminium U-profile for system wall	afwerkingsproducten: schrijnwerk (raam)	metalen	Aluminium, 0% water, to sanitary landfill/CH U	
Anhydrite floor, at plant/CH U_H	bulkmaterialen voor ruwbouw (cement, zand)	inert afval (beton, dakpannen, keramische tegels)	Inert afval storten_H	
Anodising, aluminium sheet/RER U_H	no transport	no waste		
Antimos product_H	no transport	no waste		
Autoclaved aerated concrete block, at plant/CH U_H	losse producten voor ruwbouw (snelbouw)	cellenbeton	Inert afval storten_H	
Basalt_imported_H	bulkmaterialen voor ruwbouw (cement, zand)	inert afval (beton, dakpannen, keramische tegels)	Inert afval storten_H	
Base plaster, at plant/CH U_H	afwerkingsproducten: pleister (gipspleister)	pleisters	Gipspleister storten_H	
Belgian mix_sawn timber, hardwood, planed, kiln dried, at plant_H_latten	afwerkingsproducten: schrijnwerk (raam)	niet verduurzaamd hout (kan wel geleverd worden)	Hout storten_H	Hout, behandeld verbranden
Belgian mix_sawn timber, hardwood, planed, kiln dried, at plant_H_parket	afwerkingsproducten: vloerbekledingen (	niet verduurzaamd hout (kan wel geleverd worden)	Hout storten_H	Hout, behandeld verbranden
Belgian mix_sawn timber, hardwood, planed, kiln dried, at plant_H_skelet	losse producten voor ruwbouw (snelbouw)	chemisch verduurzaamd hout	Hout storten_H	Hout, behandeld verbranden
Belgian mix_sawn timber, softwood, planed, kiln dried, at plant_H_latten	losse producten voor ruwbouw (snelbouw)	niet verduurzaamd hout (kan wel geleverd worden)	Hout storten_H	Hout, behandeld verbranden
Belgian mix_sawn timber, softwood, planed, kiln dried, at plant_H_skelet	prefab-producten voor ruwbouw (welfels)	chemisch verduurzaamd hout	Hout storten_H	Hout, behandeld verbranden
Biocides_H	afwerkingsproducten: verf en vernis	no waste		KGA verbranding_H
Bitumen adhesive compound, cold, at plant/RER U_H	losse producten voor ruwbouw (snelbouw)	bitumen	Bitumen sheet storten_H	
Bitumen adhesive compound, hot, at plant/RER U_H	losse producten voor ruwbouw (snelbouw)	bitumen	Bitumen sheet storten_H	
Bituminised fibreboard soft, at plant/RER U_H	losse producten voor ruwbouw (snelbouw)	composiet houtproducten (OSB, MDF)	Bitumen sheet storten_H	Hout, behandeld verbranden
Bitumen sealing V60, at plant/RER U_H	losse producten voor ruwbouw (snelbouw)	bitumen	Bitumen sheet storten_H	
Bitumen sealing, at plant/RER U_H	losse producten voor ruwbouw (snelbouw)	bitumen	Bitumen sheet storten_H	
Bitumen sealing, at plant/RER U_H_APP Bitumen_roof	losse producten voor ruwbouw (snelbouw)	bitumen	Bitumen sheet storten_H	

**Figuur 14: Ter illustratie: schermafdruk van een deel van de lijst van (bouw)materialen en processen in de Databank Materialen en de overeenkomende materiaal- en afvalcategorieën en EOL-processen (storten en verbranden).**

In een volgende stap wordt de milieu-impact per eenheid materiaal en per levenscyclusfase (i.e. productie, transport van fabriek tot werf, transport van werf tot EOL en EOL) voor elk van de achttien individuele milieu-indicatoren doorgerekend op basis van de LCI-data, gerelateerd aan de individuele materiaalrecords (milieu-impact productiefase), en rekening houdend met de geselecteerde transport- en afvalcategorieën (milieu-impact transportfasen) en EOL-processen (milieu-impact EOL-fase) (zie [Figuur 13](#) en [Figuur 14](#)). Deze doorrekening gebeurt met behulp van de in de bepalingsmethode vastgelegde impactmethodes (vb. ReCiPe, CML, ...; zie [Hoofdstuk 2](#) ).

De resulterende milieu-impact wordt voor elk van de (bouw)materialen en processen en voor elk van de verschillende levenscyclusfasen (i.e. productiefase, transport van fabriek tot werf en van werf tot EOL en EOL) op verschillende manieren weergegeven.

In de eerste plaats worden voor alle opgelijste (bouw)materialen en processen de karakterisatieresultaten voor de achttien individuele milieu-indicatoren weergegeven volgens de aan de gebruikte impactmethode gerelateerde eenheden (zie [Figuur 15](#) en bepalingsmethode in [Hoofdstuk 2](#) ).

MATERIAAL	PRODUCTIE											
	1	2	7	8	9	10	11a	11b	11c	12a	12b	12
	MMG methode - impact categorie scores - karakterisatie											
	Climate change	Ozone depletion	Abiotic depletion - fossil	Human toxicity	Particulate matter formation (PM10+PM2.5)	Ionising radiation, human health	Terrestrial ecotoxicity	Freshwater ecotoxicity	Marine ecotoxicity	Land occupation: forest	Agricultural land occupation	Urban land occupation
	kg CO2 eq	kg CFC-11	MJ, net cal	DALY	DALY	DALY	kg 1,4-DB	kg 1,4-DB	kg 1,4-DB	species.yr	species.yr	species.yr
Acrylic binder, 34% in H2O, at plant/RER U_H	1.48E+00	1.24E-07	3.56E+01	3.62E-07	1.69E-06	5.29E-09	1.88E-04	1.01E-02	1.05E-02	3.23E-10		1.32E-09
Acrylic varnish, 87.5% in H2O, at plant/RER U_H	1.86E+00	2.68E-07	3.80E+01	6.11E-07	2.57E-06	1.05E-08	2.04E-04	1.90E-02	1.96E-02	4.64E-10		2.11E-09
Acrylic varnish, 87.5% in H2O, at plant/RER U_H op hout_gebroken	1.86E+00	2.68E-07	3.80E+01	6.11E-07	2.57E-06	1.05E-08	2.04E-04	1.90E-02	1.96E-02	4.64E-10		2.11E-09
Acrylic varnish, 87.5% in H2O, at plant/RER U_H op houtvezelplaat	1.86E+00	2.68E-07	3.80E+01	6.11E-07	2.57E-06	1.05E-08	2.04E-04	1.90E-02	1.96E-02	4.64E-10		2.11E-09
Acrylic varnish, 87.5% in H2O, at plant/RER U_H op inert materiaal	1.86E+00	2.68E-07	3.80E+01	6.11E-07	2.57E-06	1.05E-08	2.04E-04	1.90E-02	1.96E-02	4.64E-10		2.11E-09
Acrylic varnish, 87.5% in H2O, at plant/RER U_H op pleister	1.86E+00	2.68E-07	3.80E+01	6.11E-07	2.57E-06	1.05E-08	2.04E-04	1.90E-02	1.96E-02	4.64E-10		2.11E-09
Air-tight foil	2.55E+00	2.98E-08	7.68E+01	1.90E-07	2.62E-06	4.71E-09	1.03E-04	8.97E-03	6.40E-03	1.84E-09		8.67E-09
Alkyd paint, white, 60% in H2O, at plant/RER U_H op hout_niet-gebroken	2.74E+00	3.59E-07	4.78E+01	5.62E-07	4.76E-06	8.94E-09	2.38E-03	1.93E-02	1.80E-02	1.01E-08		3.51E-09
Alkyd paint, white, 60% in H2O, at plant/RER U_H op pleister	2.74E+00	3.59E-07	4.78E+01	5.62E-07	4.76E-06	8.94E-09	2.38E-03	1.93E-02	1.80E-02	1.01E-08		3.51E-09
All purpose cleaner	2.36E+00	1.09E-07	7.11E+01	4.18E-07	2.78E-06	5.35E-09	1.24E-04	1.08E-02	1.15E-02	3.91E-10		1.56E-09
Aluminium alloy, AlMg3, at plant/RER U_H_Dakrand	5.90E+00	3.70E-07	4.49E+01	1.73E-06	7.05E-06	2.07E-08	5.07E-04	4.47E-02	4.85E-02	1.50E-09		5.16E-09
Aluminium U-profile for standard system panel (width 1200mm)_H	9.29E+00	6.07E-07	1.01E+02	3.14E-06	1.69E-05	4.96E-08	8.93E-04	1.06E-01	1.10E-01	1.31E-09		1.23E-09
Aluminium U-profile for system wall	1.30E+01	8.50E-07	1.41E+02	4.40E-06	2.36E-05	6.94E-08	1.25E-03	1.49E-01	1.54E-01	1.31E-09		1.72E-09
Anhydrite floor, at plant/CH U_H	5.10E+02	5.50E-08	8.53E+01	1.14E-08	1.55E-07	3.43E-10	9.95E-06	3.18E-04	3.65E-04	2.59E-10		1.77E-09
Anodising, aluminium sheet/RER U_H	4.07E+00	2.71E-07	5.18E+01	1.57E-06	5.71E-06	3.73E-08	7.53E-04	6.88E-02	6.97E-02	9.37E-10		3.68E-09
Antimos product_H	1.15E+00	1.19E-07	1.64E+01	3.39E-07	1.29E-06	4.79E-09	2.04E-04	5.53E-03	9.45E-03	2.91E-10		1.11E-09
Autoclaved aerated concrete block, at plant/CH U_H	4.11E+01	2.32E-08	2.71E+00	3.30E-08	2.66E-07	3.76E-10	1.09E-05	8.80E-04	8.96E-04	1.36E-10		2.61E-09
Basalt_imported_H	1.93E+01	2.54E-08	2.89E+00	2.00E-08	6.57E-05	4.11E-10	2.25E-05	5.08E-04	1.12E-03	8.34E-12		1.81E-09
Base plaster, at plant/CH U_H	2.22E-01	9.64E-09	1.19E+00	1.57E-08	1.41E-07	4.83E-10	1.14E-05	3.73E-04	4.09E-04	2.78E-10		2.11E-09
Belgian mix_sawn timber, hardwood, planed, kiln dried, at plant_H_latten	1.93E+02	2.02E-05	2.62E+03	5.91E-05	2.98E-03	9.81E-07	2.44E-01	1.23E+00	1.34E+00	1.03E-04		1.12E-09
Belgian mix_sawn timber, hardwood, planed, kiln dried, at plant_H_parket	1.93E+02	2.02E-05	2.62E+03	5.91E-05	2.98E-03	9.81E-07	2.44E-01	1.23E+00	1.34E+00	1.03E-04		1.12E-09
Belgian mix_sawn timber, hardwood, planed, kiln dried, at plant_H_skelet	1.93E+02	2.02E-05	2.62E+03	5.91E-05	2.98E-03	9.81E-07	2.44E-01	1.23E+00	1.34E+00	1.03E-04		1.12E-09
Belgian mix_sawn timber, softwood, planed, kiln dried, at plant_H_latten	1.34E+02	1.37E-05	1.87E+03	5.16E-05	4.30E-04	8.63E-07	1.96E-01	1.09E+00	1.13E+00	2.96E-05		5.71E-09
Belgian mix_sawn timber, softwood, planed, kiln dried, at plant_H_skelet	1.34E+02	1.37E-05	1.87E+03	5.16E-05	4.30E-04	8.63E-07	1.96E-01	1.09E+00	1.13E+00	2.96E-05		5.71E-09
Biocides_H	5.64E+00	9.95E-07	3.28E+01	3.98E-08	1.57E-05	3.93E-08	1.09E-03	1.04E-01	9.46E-02	1.22E-09		5.45E-09
Bitumen adhesive compound, cold, at plant/RER U_H	1.86E+00	2.68E-07	3.80E+01	6.11E-07	2.57E-06	1.05E-08	2.04E-04	1.90E-02	1.96E-02	4.64E-10		2.11E-09
Bitumen adhesive compound, hot, at plant/RER U_H	5.70E-01	4.61E-07	5.37E+01	8.92E-08	1.46E-05	1.18E-09	2.69E-04	3.38E-03	3.75E-03	3.24E-11		1.01E-09
Bituminised fibreboard soft, at plant/RER U_H	2.08E+02	3.66E-05	5.16E+03	3.72E-05	2.17E-04	1.09E-06	2.26E-02	1.15E+00	1.18E+00	1.10E-06		4.95E-09
Bitumen sealing V60, at plant/RER U_H	6.42E-01	3.35E-07	4.07E+01	2.51E-07	1.53E-05	4.00E-09	2.29E-04	7.00E-03	7.39E-03	1.88E-10		1.21E-09
Bitumen sealing, at plant/RER U_H	1.10E+00	3.18E-07	4.80E+01	1.80E-07	1.83E-06	1.67E-09	2.28E-04	5.25E-03	5.81E-03	1.22E-09		1.44E-09
Bitumen sealing, at plant/RER U_H_APP Bitumen_roof	1.10E+00	3.18E-07	4.80E+01	1.80E-07	1.83E-06	1.67E-09	2.28E-04	5.25E-03	5.81E-03	1.22E-09		1.44E-09

**Figuur 15: Ter illustratie: schermafdruk van een deel van de karakterisatieresultaten van de individuele milieu-indicatoren voor een deel van de in de Databank Materialen opgelijste (bouw)materialen en processen.**



MATERIAAL	SINGLE INDICATOREN													
	4	4a_mon	4b_mon	5	7	7_mon	12b	12b_mon	12c	13a	13a_mon			
	CEN INDICATOREN						CEN+ INDICATOREN							
	Eutrophication	Freshwater eutrophication	Marine eutrophication	Photochemical oxidation	Abiotic depletion - fossil	Fossil depletion	Agricultural land occupation	Agricultural land occupation	Urban land occupation	Natural land transformation	Natural land transformation without rain forest	Trade of raw materials		
	kg PO4-eq	kg P eq	kg N eq	kg C2H4	MJ, net cal	kg oil eq	species.yr	m2a	species.yr	species.yr	m2	species.yr		
Acrylic binder, 34% in H2O, at plant/RER_U_H	#####	5.29E-04	1.02E-03	7.67E-04	3.56E-01	8.48E-01	0.00E+00	0.00E+00	1.32E-10	4.77E-10	3.52E-04	8.89E-04		
Acrylic varnish, 87.5% in H2O, at plant/RER_U_H	#####	9.71E-04	1.73E-03	6.30E-04	3.80E-01	9.04E-01	0.00E+00	0.00E+00	2.11E-10	6.57E-10	4.96E-04	1.44E-03		
Acrylic varnish, 87.5% in H2O, at plant/RER_U_H op hout_gebroken	#####	9.71E-04	1.73E-03	6.30E-04	3.80E-01	9.04E-01	0.00E+00	0.00E+00	2.11E-10	6.57E-10	4.96E-04	1.44E-03		
Acrylic varnish, 87.5% in H2O, at plant/RER_U_H op hout_vezelplaat	#####	9.71E-04	1.73E-03	6.30E-04	3.80E-01	9.04E-01	0.00E+00	0.00E+00	2.11E-10	6.57E-10	4.96E-04	1.44E-03		
Acrylic varnish, 87.5% in H2O, at plant/RER_U_H op ineet materiaal	#####	9.71E-04	1.73E-03	6.30E-04	3.80E-01	9.04E-01	0.00E+00	0.00E+00	2.11E-10	6.57E-10	4.96E-04	1.44E-03		
Acrylic varnish, 87.5% in H2O, at plant/RER_U_H op pleister	#####	9.71E-04	1.73E-03	6.30E-04	3.80E-01	9.04E-01	0.00E+00	0.00E+00	2.11E-10	6.57E-10	4.96E-04	1.44E-03		
Air-tight foil	#####	4.06E-04	1.80E-03	5.11E-04	7.68E-01	1.83E+00	0.00E+00	0.00E+00	8.67E-11	2.17E-10	1.83E+00	1.05E-03		
Alkyd paint, white, 60% in H2O, at plant/RER_U_H op hout_niet-gebroken	#####	8.72E-04	6.42E-03	7.71E-04	4.78E-01	1.14E+00	0.00E+00	0.00E+00	3.51E-10	8.80E-10	6.92E-04	3.33E-03		
Alkyd paint, white, 60% in H2O, at plant/RER_U_H op pleister	#####	8.72E-04	6.42E-03	7.71E-04	4.78E-01	1.14E+00	0.00E+00	0.00E+00	3.51E-10	8.80E-10	6.92E-04	3.33E-03		
All purpose cleaner	#####	5.75E-04	1.95E-03	5.52E-04	7.11E-01	1.69E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.55E-10	3.48E-10	2.63E-04	9.99E-04		
Aluminium alloy, AlMg3, at plant/RER_U_H_Dakrand	#####	2.13E-03	3.15E-03	1.36E-03	4.49E-01	1.07E+00	0.00E+00	0.00E+00	5.16E-10	1.05E-09	7.27E-04	7.67E-04		
Aluminium U-profile for standard system panel (width 1200mm)_H	#####	4.87E-03	7.06E-03	3.21E-03	1.01E+02	2.40E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.23E-09	2.57E-09	1.70E-03	2.01E-03		
Aluminium U-profile for system wall	#####	6.91E-03	9.88E-03	4.49E-03	1.41E+02	3.3E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.72E-09	3.60E-09	2.39E-03	3.03E-03		
Anhydrite floor, at plant/CH_U_H	#####	1.82E-05	5.48E-05	1.16E-05	8.59E-01	2.04E-02	0.00E+00	0.00E+00	1.77E-11	3.32E-11	1.76E-05	8.89E-05		
Anodising, aluminium sheet/RER_U_H	#####	2.93E-03	3.25E-03	8.23E-04	5.18E-01	1.23E+00	0.00E+00	0.00E+00	3.69E-10	7.34E-09	8.25E-04	6.22E-04		
Antimos product_H	#####	4.74E-04	3.82E-03	1.98E-04	1.64E-01	3.90E-01	0.00E+00	0.00E+00	1.11E-10	3.45E-10	2.76E-04	8.33E-04		
Autoclaved aerated concrete block, at plant/CH_U_H	#####	4.90E-05	2.29E-04	4.26E-05	2.71E+00	6.46E-02	0.00E+00	0.00E+00	2.61E-11	6.26E-11	3.83E-05	9.44E-05		
Basalt_imported_H	#####	3.10E-05	5.63E-04	1.14E-04	2.89E+00	6.87E-02	0.00E+00	0.00E+00	1.81E-10	9.86E-10	5.60E-04	2.93E-04		
Base plaster, at plant/CH_U_H	#####	2.08E-05	1.40E-04	1.80E-05	1.19E+00	2.82E-02	0.00E+00	0.00E+00	2.11E-11	4.75E-11	2.46E-05	9.39E-05		
Belgian mix_sawn timber, hardwood, planed, kiln dried, at plant_H_latten	#####	6.84E-02	5.45E-01	7.39E-02	2.62E-03	6.22E+01	0.00E+00	0.00E+00	1.12E-09	7.89E-07	4.52E-01	4.11E-01		
Belgian mix_sawn timber, hardwood, planed, kiln dried, at plant_H_parquet	#####	6.84E-02	5.45E-01	7.39E-02	2.62E-03	6.22E+01	0.00E+00	0.00E+00	1.12E-09	7.89E-07	4.52E-01	4.11E-01		
Belgian mix_sawn timber, hardwood, planed, kiln dried, at plant_H_skelet	#####	6.84E-02	5.45E-											

Tot slot worden de karakterisatieresultaten voor elk van de individuele milieu-indicatoren omgezet naar gemonetariseerde waarden (uitgedrukt in euro/eenheid materiaal) (zie [Figuur 17](#)). De formules, die hiervoor gebruikt worden, zijn de volgende:

$$I_{Mon,CEN} = \sum_{CEN} (i_c * m_c)$$

$$I_{Mon,CEN+} = \sum_{CEN+} (i_c * m_c)$$

Milieugerelateerde Materiaalprestatie van Gebouwelementen 51/359

SimaPro versie 7.3.0													
		2	3	mon+4b_r	5_mon	6_mon	7_mon	8_mon	12a_mon	12b_mon	12c	13a_mon	13b
		ECO COST INDICATOREN											
MATERIAAL		CEN INDICATOREN						CEN+ INDICATOREN					
		Ozone depletion	Terrestrial acidificatio	Eutrophic ation	Photoche mical oxidation	Abiotic depletion - non fossils	Abiotic depletion - fossil	Human toxicity	Land occupatio	Agricultural land occupation	Urban land occupation	Natural land transformati on without rain forest	Transform ation tropical rain forest
		euro / eenheid	euro / eenheid	euro / eenheid	euro / eenheid	euro / eenheid	euro / eenheid	euro / eenheid	euro/eenheid	euro / eenheid	euro / eenheid	euro / eenheid	euro / eenheid
Acrylic binder, 34% in H2O, at plant/RER U_H		0.00	0.00	0.07	0.03	0.01	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Acrylic varnish, 87.5% in H2O, at plant/RER U_H		0.00	0.01	0.13	0.04	0.01	0.00	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Acrylic varnish, 87.5% in H2O, at plant/RER U_H_op hout_gebroken		0.00	0.01	0.13	0.04	0.01	0.00	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Acrylic varnish, 87.5% in H2O, at plant/RER U_H_op houtvezelplaat		0.00	0.01	0.13	0.04	0.01	0.00	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Acrylic varnish, 87.5% in H2O, at plant/RER U_H_op inert materiaal		0.00	0.01	0.13	0.04	0.01	0.00	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Acrylic varnish, 87.5% in H2O, at plant/RER U_H_op pleister		0.00	0.01	0.13	0.04	0.01	0.00	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Air-tight foil		0.00	0.01	0.07	0.07	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
Alkyd paint, white, 60% in H2O, at plant/RER U_H_op hout_niet-gebroken		0.00	0.01	0.20	0.07	0.01	0.00	0.03	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00
Alkyd paint, white, 60% in H2O, at plant/RER U_H_op pleister		0.00	0.01	0.20	0.07	0.01	0.00	0.03	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00
All purpose cleaner		0.00	0.01	0.09	0.09	0.01	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Aluminium alloy, AlMg3, at plant/RER U_H_Dakrand		0.00	0.01	0.27	0.07	0.07	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Aluminium U-profile for standard system panel (width 1200mm)_H		0.00	0.03	0.81	0.17	0.02	0.00	0.19	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00
Aluminium U-profile for system wall		0.00	0.04	0.86	0.23	0.03	0.00	0.26	0.01	0.00	0.02	0.00	0.00
Anhydrite floor, at plant/CH U_H		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Anodising, aluminium sheet/RER U_H		0.00	0.01	0.35	0.07	0.01	0.00	0.09	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Antimos product_H		0.00	0.00	0.12	0.02	0.01	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Autoclaved aerated concrete block, at plant/CH U_H		0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Basalt_imported_H		0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Base plaster, at plant/CH U_H		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Belgian mix_sawn timber, hardwood, planed, kiln dried, at plant_H_latten		0.00	1.21	16.67	22.60	0.59	0.00	3.54	365.17	0.00	10.51	0.00	0.00
Belgian mix_sawn timber, hardwood, planed, kiln dried, at plant_H_parket		0.00	1.21	16.67	22.60	0.59	0.00	3.54	365.17	0.00	10.51	0.00	0.00
Belgian mix_sawn timber, hardwood, planed, kiln dried, at plant_H_skelet		0.00	1.21	16.67	22.60	0.59	0.00	3.54	365.17	0.00	10.51	0.00	0.00
Belgian mix_sawn timber, softwood, planed, kiln dried, at plant_H_latten		0.00	0.71	12.68	10.84	0.53	0.00	3.09	95.26	0.00	5.36	0.00	0.00
Belgian mix_sawn timber, softwood, planed, kiln dried, at plant_H_skelet		0.00	0.71	12.68	10.84	0.53	0.00	3.09	95.26	0.00	5.36	0.00	0.00
Biocides_H		0.00	0.05	0.48	0.13	0.25	0.00	0.24	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00
Bitumen adhesive compound, cold, at plant/RER U_H		0.00	0.01	0.13	0.04	0.01	0.00	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Bitumen adhesive compound, hot, at plant/RER U_H		0.00	0.00	0.02	0.04	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Bituminised fibreboard soft, at plant/RER U_H		0.00	0.55	9.81	3.92	0.27	0.00	2.23	3.53	0.00	0.46	0.00	0.00
Bitumen sealing V60, at plant/RER U_H		0.00	0.00	0.03	0.05	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Bitumen sealing, at plant/RER U_H		0.00	0.00	0.04	0.03	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Bitumen sealing, at plant/RER U_H_APP Bitumen roof		0.00	0.00	0.04	0.03	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

**Figuur 17: Ter illustratie: schermafdruck van een deel van de gemonetariseerde scores voor de individuele milieu-indicatoren voor een deel van de in de Databank Materialen opgelijste (bouw)materialen en processen.**

De resultaten binnen de Databank Materialen worden tot slot afgesloten met een samenvatting, die per (bouw)materiaal of proces een overzicht geeft van de gemonetariseerde eindscore (uitgedrukt in euro per eenheid materiaal) voor de CEN en CEN+ indicatoren en hun totaal (zie [Figuur 18](#)).

SimaPro versie 7.3.0				
		1 to 7_mon 8_mon to 14 1 to 14		
		SINGLE SCORES		
		CEN	CEN+	ALL
MATERIAAL				
		subtotaal	subtotaal	Totaal
		euro / eenheid	euro / eenheid	sum / eenheid
Acrylic binder, 34% in H2O, at plant/RER U_H		0.20	0.13	0.33
Acrylic varnish, 87.5% in H2O, at plant/RER U_H		0.30	0.20	0.49
Acrylic varnish, 87.5% in H2O, at plant/RER U_H_op hout_gebroken		0.30	0.20	0.49
Acrylic varnish, 87.5% in H2O, at plant/RER U_H_op houtvezelplaat		0.30	0.20	0.49
Acrylic varnish, 87.5% in H2O, at plant/RER U_H_op inert materiaal		0.30	0.20	0.49
Acrylic varnish, 87.5% in H2O, at plant/RER U_H_op pleister		0.30	0.20	0.49
Air-tight foil		0.30	0.18	0.48
Alkyd paint, white, 60% in H2O, at plant/RER U_H_op hout_niet-gebroken		0.46	0.35	0.81
Alkyd paint, white, 60% in H2O, at plant/RER U_H_op pleister		0.46	0.35	0.81
All purpose cleaner		0.34	0.20	0.54
Aluminium alloy, AlMg3, at plant/RER U_H_Dakrand		0.78	0.54	1.32
Aluminium U-profile for standard system panel (width 1200mm)_H		1.39	1.22	2.62
Aluminium U-profile for system wall		1.95	1.71	3.66
Anhydrite floor, at plant/CH U_H		0.01	0.01	0.02
Anodising, aluminium sheet/RER U_H		0.69	0.45	1.14
Antimos product_H		0.21	0.10	0.31
Autoclaved aerated concrete block, at plant/CH U_H		0.04	0.02	0.06
Basalt_imported_H		0.04	0.40	0.44
Base plaster, at plant/CH U_H		0.02	0.01	0.03
Belgian mix_sawn timber, hardwood, planed, kiln dried, at plant_H_latten		52.62	559.28	611.91
Belgian mix_sawn timber, hardwood, planed, kiln dried, at plant_H_parket		52.62	559.28	611.91
Belgian mix_sawn timber, hardwood, planed, kiln dried, at plant_H_skelet		52.62	559.28	611.91
Belgian mix_sawn timber, softwood, planed, kiln dried, at plant_H_latten		32.78	130.42	163.20
Belgian mix_sawn timber, softwood, planed, kiln dried, at plant_H_skelet		32.78	130.42	163.20
Biocides_H		1.25	1.20	2.45
Bitumen adhesive compound, cold, at plant/RER U_H		0.30	0.20	0.49
Bitumen adhesive compound, hot, at plant/RER U_H		0.10	0.10	0.20
Bituminised fibreboard soft, at plant/RER U_H		27.05	19.43	46.49
Bitumen sealing V60, at plant/RER U_H		0.13	0.11	0.24
Bitumen sealing, at plant/RER U_H		0.15	0.13	0.27
Bitumen sealing, at plant/RER U_H_APP Bitumen_roof		0.15	0.13	0.27

**Figuur 18: Ter illustratie: schermafdruck van de gemonetariseerde eindscores voor de CEN en CEN+ indicatoren en hun totaal voor een deel van de in de Databank Materialen opgelijste (bouw)materialen en processen.**

Deze eindscore geeft de totale milieu-impact van het betrokken materiaal of proces over zijn gehele levenscyclus (i.e. productie, transport en EOL) weer. Alle milieueffecten, die gerelateerd zijn aan de keuze voor een specifiek materiaal in de Belgische context tijdens zijn gehele levenscyclus, worden bepaald door de som van de milieueffecten in de verschillende levenscyclusfasen, zijnde productie (to 'gate'; i.e. de verbelgischte Ecoinventgegevens), initieel transport van fabriek tot werf, transport van werf tot EOL-verwerkingsite en EOL.

Formulegewijs worden hiervoor de volgende symbolen gebruikt:

- Productie (to 'gate'):  $I_{c,PROD}$
- Initieel transport:  $I_{c,InitTrans}$
- Transport naar EOL:  $I_{c,EOLTrans}$
- EOL-behandeling:  $I_{c,EOL}$

Uiteraard kunnen de indicatoren voor elk milieueffect in de geselecteerde eenheden beschouwd worden of kunnen ze gemonetariseerd en, zo gewenst, gesommeerd worden.

### 4.3.3 Monetarisatie

De monetarisatiefactoren, die in dit project gebruikt worden voor de omzetting van de individuele scores van de verschillende milieu-indicatoren naar gemonetariseerde waarden, worden samengevat op een apart tabblad van de spreadsheet (i.e. Databank Monetarisatie of Para\_Monet; zie [Figuur 11](#) en [Figuur 19](#)). Zowel de gemiddelde waarden, als de minimum- en maximumwaarden, die in detail beschreven worden in [Hoofdstuk 3](#), worden op dit tabblad weergegeven. Ook de milieu-indicatoren, waarvoor momenteel nog geen monetarisatieparameters bekend zijn en/of vastgelegd kunnen worden (i.e. “natuurlijke landomvorming” en “water”), zijn in deze databank opgenomen met als voorlopige monetarisatiewaarde 0 (zie [Hoofdstuk 3](#) en [Bijlage 1](#) voor meer details hieromtrent). Door deze indicatoren reeds op te nemen, kan het model later gemakkelijk aangepast worden en kunnen deze indicatoren in de toekomst eveneens meegenomen worden in de analyse.

GENERAL PARAMETERS ENVIRONMENTAL IMPACT CALCULATION					
Scenario			current scenario		
			MEDIAN	MEDIAN	MINIMUM
					MAXIMUM
Climate change	kg CO2 eq	euro/kg	0.06	0.06	0.012
Ozone depletion	kg CFC-11 eq	euro/kg	49.08	49.08	12.27
Terrestrial acidification	kg SO2 eq	euro/kg	0.85	0.85	0.213
Freshwater eutrophication	kg P eq	euro/kg	100	100	20
Marine eutrophication	kg N eq	euro/kg	18	18	3.6
Photochemical oxidant formation	kg NMVOC eq	euro/kg	7.4	7.4	1.85
Abiotic depletion - non fossils (only metals)	kg Fe eq	euro/kg	0.052	0.052	0.0104
Abiotic depletion - fossils	kg oil eq	euro/kg	0	0	0
Human toxicity	DALY	euro/DALY	60000	60000	15000
Particulate matter formation (Belgium)	DALY	euro/DALY	60000	60000	20000
Ionising radiation, human health	DALY	euro/DALY	60000	60000	15000
Terrestrial ecotoxicity	kg 1,4-DB eq	euro/kg	4.31	4.31	1.0775
Freshwater ecotoxicity	kg 1,4-DB eq	euro/kg	0.00861	0.00861	0.00475
Marine ecotoxicity	kg 1,4-DB eq	euro/kg	0.0000014	1.40E-06	3.50E-07
Land occupation: forest	m2a	euro/m2a	0.036	0.036	0.007
Land occupation: agriculture	m2a	euro/m2a	0.132	0.132	0.026
Urban land occupation	species.yr	euro/species.yr	9378238.343	9378238.34	1865284.97
Natural land transformation	m2	euro/m2	0	0	0
Tropical rain forest transformation	species.yr	euro/species.yr	13513.51351	13513.51	2702.70
Water depletion	m3	euro/m3	0		

**Figuur 19: Ter illustratie: schermafbeelding van de Databank Monetarisatie met overzicht van de gemiddelde, minimum en maximum monetarisatiefactoren voor de individuele milieu-indicatoren.**

### 4.3.4 Basisdatabanken

De berekeningen, die binnen de Databank Materialen uitgevoerd worden, maken gebruik van gegevens, die ondermeer in drie onderliggende basisdatabanken, i.e. Databank Energie, Databank Transport en Databank EOL, opgeslagen zijn (zie [Figuur 11](#)). Deze databanken bevinden zich op drie aparte tabbladen binnen de Excel-spreadsheet en worden in de volgende paragrafen in detail besproken.

#### 4.3.4.1 Databank Energie

Een eerste basisdatabank is de Databank Energie (DB\_Energie; zie [Figuur 11](#)). Deze databank omvat alle input- en outputgegevens omtrent de milieu-impact van de verschillende energiedragers, die binnen het project gebruikt worden. Deze energiedragers vinden hun toepassing in de berekening van de milieu-impact van de verwarming ten gevolge van de

transmissieverliezen doorheen de verschillende schielelementen (i.e. vloeren, daken en wanden; enkel op elementniveau meegenomen; zie ook [paragraaf 4.5](#) voor meer details).

De opbouw van de Databank Energie is gelijkaardig aan deze van de Databank Materialen.

In de eerste plaats bestaat de databank uit een lijst van energiedragers. Deze worden weergegeven onder de vorm van (Ecoinvent)records, die alle achterliggende LCI-data bevatten (zie [Figuur 20](#)). Op dit ogenblik bestaat de lijst uit slechts één energiedrager, i.e. “natuurlijk gas, verbrand in een condenserende gasketel”, maar deze kan naar de toekomst toe gemakkelijk uitgebreid worden.

ENERGIEDRAGERS							
	type	eenheid	algemene info	databank	dichtheid	herkomst	type of data
					kg/m3		
Natural gas, burned in boiler condensing modulating <100kW/RER U-excl. boiler	heat/gas excl. furnace	MJ		Ecoinvent 2.2	aardgas, excl. ketel		

**Figuur 20: Ter illustratie: schermafdruck van de Databank Energie met overzicht van de beschouwde energiedrager.**

In de tweede plaats worden voor de achttien individuele milieu-indicatoren de karakterisatieresultaten weergegeven volgens de aan de gebruikte impactmethode gerelateerde eenheden (zie [Figuur 21](#)). Vervolgens worden, na sorteren van de karakterisatieresultaten volgens de CEN en CEN+ indeling, de gemonetariseerde resultaten voor elk van de 16 monetariseerbare milieu-indicatoren weergegeven (uitgedrukt in euro per eenheid; zie [Figuur 21](#)). Tot slot is een samenvatting van de geaggregeerde resultaten op CEN, CEN+ en totaalniveau beschikbaar.

ENERGIEDRAGERS	ie scores - karakterisatie											ECO COST INDICATOREN			SINGLE SCORE		
					CEN INDICATOREN				CEN+ INDICATOREN						CEN	CEN+	AL
	Abiotic depletion - non fossils	Abiotic depletion - fossil	Human toxicity	Particulate matter formation (Belgium)	Eutrophication	Photochemical oxidation	Abiotic depletion - non fossils	Abiotic depletion - fossil	Urban land occupation	Natural land transformation without rain forest	Transformation tropical rain forest						
	kg Sb eq	MJ, net cal	DALY	DALY	euro/eenheid	euro/eenheid	euro/eenheid	euro/eenheid	euro/eenheid	euro/eenheid	euro/eenheid				subtotaal	subtotaal	Totaal
Natural gas, burned in boiler condensing modulating <100kW/RER U-excl. boiler	8.98E-09	1.11E+00	6.40E-10	7.24E-09	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00				0.00	0.00	0.00

**Figuur 21: Ter illustratie: schermafdruck van de Databank Energie met overzicht van een deel van de karakterisatie- (uitgedrukt in verschillende eenheden per indicator) en gemonetariseerde resultaten (eco cost indicatoren, uitgedrukt in euro per eenheid) voor de individuele milieu-indicatoren voor de beschouwde energiedrager, alsook de geaggregeerde resultaten op CEN, CEN+ en totaalniveau (uitgedrukt in euro per eenheid).**

Zowel de individuele als de gemonetariseerde en geaggregeerde resultaten worden op elementniveau gebruikt om de milieu-impact van de verwarming ten gevolge van transmissieverliezen doorheen de elementen te berekenen (zie [paragraaf 4.5](#) voor meer informatie).

#### 4.3.4.2 Databank Transport

Om de (bouw)materialen uit de Databank Materialen op de werf te kunnen toepassen, dienen zij eerst vanaf de fabriek tot op de werf getransporteerd te worden (al dan niet via een tussenhandelaar). Daarnaast dient ook het bouw- en sloopafval vanaf de werf afgevoerd te worden naar de specifieke EOL-verwerkingssites.

Zoals in de bepalingsmethode vastgelegd (zie [Hoofdstuk 2](#)), kan dit transport gebeuren met verschillende transportmiddelen. De milieu-impact van dit transport wordt per transportmiddel berekend in een tweede basisdatabank, de Databank Transport (DB\_Transport) (zie [Figuur 11](#)).

Hierin wordt de milieu-impact berekend, die te wijten is aan het transport van een specifieke gewichtsfractie van een welbepaald materiaal (i.e. 1 ton) over een specifieke afstand (i.e. 1 km) door een specifiek vervoermiddel (i.e. per tonkm).

De transportmiddelen, die in dit project beschouwd worden voor het transport van (bouw)materialen van fabriek tot werf en van bouw- en sloofafval van werf tot EOL zijn een lichte bestelwagen (<3.5 ton), een lichte vrachtwagen (tussen 3.5 en 7.5 ton en tussen 7.5 en 16 ton of tussen 3.5 en 16 ton) en een zware vrachtwagen (>16 ton) (zie [Figuur 22](#); cf. bepalingsmethode in [Hoofdstuk 2](#) ). Daarnaast worden ook twee types van graafmachines in de databank opgenomen. Deze graafmachines worden gebruikt tijdens de bouwfase (vb. uitgraven van grond voor het plaatsen van funderingen).

TRANSPORT MODI	type	eenheid	algemene info	ingredients	databank	herkomst	type of data
Excavation, hydraulic digger/RER U	Transport/Building	m <sup>3</sup>			Ecoinvent 2,2		
Excavation, skid-steer loader/RER U	Transport/Building	m <sup>3</sup>			Ecoinvent 2,2		
Transport, lorry >16t, fleet average/RER U_H	Transport/Road	tkm			Ecoinvent 2,2		
Transport, lorry 3.5-16t, fleet average/RER U_H	Transport/Road	tkm			Ecoinvent 2,2		
Transport, lorry 3.5-7.5t, EURO5/RER U_H	Transport/Road	tkm			Ecoinvent 2,2		
Transport, lorry 7.5-16t, EURO5/RER U_H	Transport/Road	tkm			Ecoinvent 2,2		
Transport, van <3.5t/RER U_H	Transport/Road	tkm			Ecoinvent 2,2		

**Figuur 22: Ter illustratie: schermafdruck van de Databank Transport met overzicht van de verschillende transportmiddelen.**

De milieu-impact van het transport van materialen door deze verschillende vervoermiddelen wordt in de databank berekend op basis van de LCI-data, die opgenomen zijn in de (Ecoinvent)records, die de verschillende vervoermiddelen vertegenwoordigen (zie [Figuur 22](#)).

Conform de andere databanken, wordt voor elk van de beschouwde voertuigen de overeenkomende milieu-impact per tonkm voor elk van de individuele milieu-indicatoren weergegeven onder vorm van zowel gekarakteriseerde resultaten (uitgedrukt in de verschillende eenheden van de individuele indicatoren) als gemonetariseerde en geaggregeerde waarden (uitgedrukt in euro per eenheid materiaal) (zie [Figuur 23](#)).

TRANSPORT MODI	mpact categorie scores - karakterisatie						ECO COST INDICATOREN										SINGLE SCORE	
							CEN INDICATOREN					CEN+ INDICATOREN						
	Eutrophication	Photochemical oxidation	Abiotic depletion - non fossils	Abiotic depletion - fossil	Human toxicity	Particulate matter formation (Belgium)	Eutrophication	Photochemical oxidation	Abiotic depletion - non fossils	Particulate matter formation (Belgium)	Agricultural land occupation	Urban land occupation	Natural land transformation without	subtotal euro/eenheid	subtotal euro/eenheid			
	kg PO4—eq	kg C2H4	kg Sb eq	MJ, net cal	DALY	DALY	euro/eenheid	euro/eenheid	euro/eenheid	euro/eenheid	euro/eenheid	euro/eenheid	euro/eenheid					
Excavation, hydraulic digger/RER U	9.53E-04	1.08E-04	2.77E-07	7.83E+00	2.75E-08	2.29E-08	0.05	0.05	0.00	0.14	0.00	0.00	0.00	0.14	0.14			
Excavation, skid-steer loader/RER U	9.21E-04	1.02E-04	2.03E-07	7.58E+00	2.13E-08	2.26E-08	0.05	0.05	0.00	0.14	0.00	0.00	0.00	0.13	0.14			
Transport, lorry >16t, fleet average/RER U_H	1.92E-04	2.16E-05	7.27E-07	2.11E+00	1.18E-08	3.15E-07	0.01	0.01	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.03	0.02			
Transport, lorry 3.5-16t, fleet average/RER U_H	3.62E-04	4.24E-05	1.68E-06	3.97E+00	2.42E-08	8.14E-07	0.02	0.02	0.00	0.04	0.00	0.00	0.00	0.05	0.04			
Transport, lorry 3.5-7.5t, EURO5/RER U_H	3.85E-04	5.97E-05	3.79E-06	7.19E+00	4.89E-08	8.94E-07	0.02	0.01	0.00	0.04	0.00	0.00	0.00	0.06	0.04			
Transport, lorry 7.5-16t, EURO5/RER U_H	1.72E-04	2.60E-05	1.16E-06	3.43E+00	1.73E-08	2.72E-07	0.01	0.01	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.03	0.02			
Transport, van <3.5t/RER U_H	2.40E-03	7.10E-04	8.55E-06	2.81E+01	3.54E-07	3.58E-06	0.10	0.09	0.01	0.21	0.00	0.01	0.00	0.31	0.25			

**Figuur 23: Ter illustratie: schermafdruck van de Databank Transport met overzicht van de verschillende transportmiddelen en een deel van de resulterende milieu-impact (karakterisatie-, gemonetariseerde en geaggregeerde resultaten).**

#### 4.3.4.3 Databank EOL

Op het einde van hun eerste gebruiksfase zullen alle (bouw)materialen uit de Databank Materialen een bepaalde behandeling (End of Life of EOL-behandeling genaamd) ondergaan. Deze behandeling bestaat enerzijds uit afbraak, gevolgd door het al dan niet voorsorteren op de werf en het mechanisch sorteren in een sorteerbeidrijf, en anderzijds uit hergebruik, recyclage, verbranden, verbranden met warmteterugwinning en/of storten.

Zoals in de bepalingsmethode vastgelegd (zie [Hoofdstuk 2](#) ), worden binnen dit project enkel de eerste drie stappen (i.e. afbraak, voorsorteren op de werf en mechanisch sorteren in een sorteerbeidrijf), gevolgd door storten op een stortplaats en/of verbranden zonder warmteterugwinning mee in de analyse opgenomen. Dit komt omdat hergebruik en recyclage en verbranding met warmteterugwinning buiten de systeemgrenzen van de analyse vallen.



Al deze EOL-processen brengen een bepaalde milieu-impact met zich mee. Deze milieu-impact wordt voor alle EOL-processen, die gekoppeld zijn aan de materialen in de Databank Materialen, berekend in een derde basisdatabank, i.e. Databank EOL (DB\_EOL; zie [Figuur 11](#)).

Analoog aan de andere databanken, bestaat de Databank EOL in de eerste plaats uit een oplistings van alle relevante (proces)records (i.e. afbraak, sorteren, storten en verbranden) (zie [Figuur 24](#)). Deze records zijn vooral gebaseerd op de Ecoinvent databank, maar hier en daar werden ook eigen gegevens toegevoegd.

EOL waste treatment							
	type	eenheid	algemene info	databank	dichtheid	herkomst	type of data
					kg/m3		
Dummy/WasteTreatment	EOL/dummy	kg		ecoinvent 2.2			
no impact EOL	EOL/dummy	kg					
Demolition and dismantling (general)_H	generic data demolition and dismantling	kg		ecoinvent 2.0+eigen data			
sorting aerated concrete_H	generic data sorting	kg		ecoinvent 2.2+eigen data			
sorting bitumen_H	generic data sorting	kg		ecoinvent 2.2+eigen data			
sorting ceramic products and inert waste_H	generic data sorting	kg		ecoinvent 2.2+eigen data			
sorting composite wooden products_H	generic data sorting	kg		ecoinvent 2.2+eigen data			
sorting finishing layer_H	generic data sorting	kg		ecoinvent 2.2+eigen data			
<b>STORTEN</b>							
Aluminium, 0% water, to sanitary landfill/CH U	EOL/C&D/landfilling	kg		Ecoinvent 2,0 & 2,2			
Bitumen sheet_storten_H	EOL/C&D/landfilling	kg		Ecoinvent 2,0 & 2,2			
Chromium steel 18/8_storten_H	EOL/C&D/landfilling	kg		Ecoinvent 2,0 & 2,2			
Emulsieverf_storten_H	EOL/C&D/landfilling	kg		Ecoinvent 2,0 & 2,2			
Foam glass_storten_H	EOL/C&D/landfilling	kg		Ecoinvent 2,0 & 2,2			
Gewapende pleister board_storten_H	EOL/C&D/landfilling	kg		Ecoinvent 2,0 & 2,2			
Gipspleister_storten_H	EOL/C&D/landfilling	kg		Ecoinvent 2,0 & 2,2			
Glasblad_storten_H	EOL/C&D/landfilling	kg		Ecoinvent 2,0 & 2,2			
Hout_storten_H	EOL/C&D/landfilling	kg		Ecoinvent 2,0 & 2,2			
<b>VERBRANDEN</b>							
antifreezer liquid, 51.8% water, verbranding_H	EOL/hazardous waste/incineration	kg		Ecoinvent 2,0 & 2,2			
Bitumen sheet_verbranden_H	EOL/C&D/incineration	kg		Ecoinvent 2,0 & 2,2			
Cement-vezel slab_verbranden_H	EOL/C&D/incineration	kg		Ecoinvent 2,0 & 2,2			
Emulsieverf_verbranden_H	EOL/C&D/incineration	kg		Ecoinvent 2,0 & 2,2			
Fibre cement facing tile_verbranden_H	EOL/C&D/incineration	kg		Ecoinvent 2,0 & 2,2			
Glasblad_verbranden_H	EOL/C&D/incineration	kg		Ecoinvent 2,0 & 2,2			
Hout, behandeld_verbranden_H	EOL/C&D/incineration	kg		Ecoinvent 2,0 & 2,2			
Hout, onbehandeld_verbranden_H	EOL/C&D/incineration	kg		Ecoinvent 2,0 & 2,2			

**Figuur 24: Ter illustratie: schermafdruck van de Databank EOL met overzicht van een deel van de verschillende sorterings-, stort- en verbrandingsprocessen.**

In de tweede plaats wordt voor elk van de processen de milieu-impact per individuele milieu-indicator berekend en uitgedrukt onder vorm van karakterisatie- en gemonetariseerde resultaten (zie [Figuur 25](#)). Tot slot is een samenvatting onder vorm van geaggregeerde waarden (CEN, CEN+ en totaal; uitgedrukt in euro per kg materiaal) beschikbaar.

Formulegewijs worden de volgende symbolen gebruikt voor de milieu-indicatoren per EOL-behandeling:

- Afbraak:  $i_{c,AFBR}$  (voorlopig slechts één materialencategorie)
- Mechanisch sorteren:  $i_{c,SORT}$
- Storten:  $i_{c,STORT}$
- Verbranden:  $i_{c,VERBR}$

EOL waste treatment	fact categorie scores - karakterisatie						ECO COST INDICATOREN							SINGLE SCORES			
							CEN INDICATOREN			CEN+ INDICATOREN				CEN	CEN+	ALL	
	Photochem ical oxidation	Abiotic depletion - non fossils	Abiotic depletion - fossil	Human toxicity	Particulate matter formation (Belgium)	Ionising radiation, human health	Photochem ical oxidation	Abiotic depletion - non fossils	Abiotic depletion - fossil	Land occup ation: for- rest	Agricultu ral land occupati on	Urban land occupati on	Natural land transfor mation without rain	subtotal	subtotal	Total	
	kg C2H4	kg Sb eq	MJ, net cal	DALY	DALY	DALY	euro/eenheid	euro/eenheid	euro/eenheid	euro/eenheid	euro/eenheid	euro/eenheid	euro/eenheid	euro/eenheid	euro/eenheid	euro/eenheid	euro/eenheid
Dummy/WasteTreatment no impact EOL	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Demolition and dismantling (general)_H	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
sorting aerated concrete_H	7.89E-07	1.42E-09	5.90E-02	1.54E-10	7.57E-08	1.90E-12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01
sorting bitumen_H	2.99E-07	4.10E-09	2.00E-02	3.27E-10	5.24E-09	2.87E-11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
sorting ceramic products and inert waste_H	1.67E-07	3.79E-09	1.05E-02	2.94E-10	2.47E-09	2.93E-11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
sorting composite wooden products_H	1.31E-07	3.67E-09	7.89E-03	2.85E-10	1.70E-09	2.82E-11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
sorting finishing layer_H	2.29E-07	3.92E-09	1.49E-02	3.09E-10	3.76E-09	2.85E-11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
STORTEN	2.09E-07	3.87E-09	1.35E-02	3.04E-10	3.36E-09	2.84E-11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Aluminium, 0% water, to sanitary landfill/CH U	4.10E-06	4.71E-08	4.10E-01	7.73E-09	4.77E-08	1.73E-10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01
Bitumen sheet_storten_H	1.55E-06	1.47E-08	1.90E-01	4.82E-10	2.12E-08	1.07E-11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Chromium steel 18/8_storten_H	1.55E-06	1.47E-08	1.90E-01	4.82E-10	2.12E-08	1.07E-11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Emulsieverf_storten_H	1.55E-06	1.47E-08	1.90E-01	4.82E-10	2.12E-08	1.07E-11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Foam glass_storten_H	2.20E-09	2.08E-11	2.69E-04	6.83E-13	3.00E-11	1.52E-14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Gewapende pleister board_storten_H	1.55E-06	1.47E-08	1.90E-01	4.82E-10	2.12E-08	1.07E-11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Gipspleister_storten_H	1.55E-06	1.47E-08	1.90E-01	4.82E-10	2.12E-08	1.07E-11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Glasblad_storten_H	1.55E-06	1.47E-08	1.90E-01	4.82E-10	2.12E-08	1.07E-11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Hout_storten_H	1.69E-05	2.89E-05	2.97E-01	4.15E-09	3.69E-05	3.79E-11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.03
VERBRANDEN	2.29E-04	7.16E-07	2.89E+01	8.57E-08	2.45E-05	1.13E-09	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.08	0.28	0.28
antifreeze liquid, 51.8% water,verbranding_H	1.67E-05	1.13E-07	3.94E-01	4.70E-08	1.49E-07	1.52E-10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.15	0.01	0.16	0.16
Bitumen sheet_verbranden_H	8.91E-06	2.25E-08	2.06E-01	1.00E-07	8.84E-08	1.75E-11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.02	0.02
Cement-vezel slab_verbranden_H	3.12E-05	8.22E-07	1.59E+00	7.55E-08	2.51E-07	1.16E-09	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.09	0.02	0.11	0.11
Emulsieverf_verbranden_H	8.91E-06	2.25E-08	2.06E-01	1.00E-07	8.84E-08	1.75E-11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.02	0.02
Fibre cement facing tile_verbranden_H	1.01E-05	3.29E-08	3.52E-01	8.47E-09	1.01E-07	2.43E-11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.02	0.02
Glasblad_verbranden_H	8.54E-06	2.18E-08	1.53E-01	3.20E-08	8.86E-08	1.88E-11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01
Hout, gehandeld, verbranden_H	3.49E-06	2.04E-08	1.50E-01	3.19E-08	8.62E-08	1.75E-11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01
Hout, onbehandeld, verbranden_H																	

**Figuur 25: Ter illustratie: schermafbeelding van de Databank EOL met overzicht van een deel van de verschillende EOL-processen en hun resulterende milieu-impact (karakterisatie-, gemonetariseerde en geaggregeerde resultaten).**

## 4.3.5 Scenario's

Naast de drie basisdatabanken, waarin de milieu-impact voor de verschillende energie-, transport- en EOL-processen berekend wordt, zijn in de Excel spreadsheet op materiaalniveau nog twee bijkomende databanken opgenomen (i.e. Databank Initieel transport en Databank EOL behandeling en transport; zie [Figuur 11](#)). Deze databanken vertalen de verschillende transport- en EOL-scenario's, die van toepassing zijn op de verschillende (bouw)materialen, naar een specifieke milieu-impact. De details van deze scenario's zijn terug te vinden in de bepalingsmethode (zie [Hoofdstuk 2](#) ).

### 4.3.5.1 Initieel transport

De Databank Initieel transport (MatCat\_IniTrans) berekent de milieu-impact van de scenario's aangaande het transport van fabriek tot werf van de verschillende (bouw)materialen uit de Databank Materialen (zie [Figuur 11](#)).

#### materiaalcategorie

1. Bulkmaterialen voor de ruwbouw (cement, zand, grind, ...)
2. Stortbeton
3. Prefab-producten voor de ruwbouw (welfsels, spanten, ...)
4. Losse producten voor de ruwbouw (snelbouwstenen, betonblokken, dakpannen, ...)
5. Kalkzandsteen
6. Isolatie
7. Afwerkingsproducten: vloerbekledingen (tapijt, linoleum, laminaat, ..)
8. Keramische tegels
9. Afwerkingsproducten: pleister (gipspleister, buitenpleisters, gipsplaten, ...)
10. Afwerkingsproducten: schrijnwerk (raamkozijnen, trappen, ...)
11. Afwerkingsproducten: verf en vernis
12. Installaties (verwarmingsketel, radiatoren, ventilatie, ...)
13. No transport

**Tabel 11: Overzicht van de 12 materiaalcategorieën, aangevuld met de categorie 'no transport', die binnen dit project beschouwd worden.**

Hiervoor worden allereerst de twaalf materiaalcategorieën uit de bepalingsmethode (zie [Tabel 3](#) uit [Hoofdstuk 2](#) ) opgelijst en aangevuld met een categorie "no transport" (zie [Tabel 11](#) en [Figuur 26](#)). Voor elk van de materiaalcategorieën wordt vervolgens het transportscenario van fabriek tot werf weergegeven, rekening houdend met het transporttraject (van fabriek tot werf, al



dan niet via een tussenhandelaar), de verdeling over de verschillende transportmiddelen (i.e. zware vrachtwagen, lichte vrachtwagen en bestelwagen) en de gemiddelde afstanden. De details aangaande deze scenario's worden weergegeven in de bepalingmethode (zie [Hoofdstuk 2](#)).

MATERIAL CATEGORY	VERDELING TYPE TRAJECT		VERDELING OVER TYPES VOERTUIGEN PER TYPE TRAJECT								TOTALE TRANSPORT AFST		
	transport van fabriek tot werf	transport fabriek tot handelaar + handelaar tot werf	transport van fabriek tot werf			transport fabriek tot handelaar	transport handelaar tot werf			transport van fabriek tot werf	transport van fabriek tot handelaar	transport van handelaar tot werf	
			zware vrachtwagen (> 12 ton)	lichte vrachtwagen (3,5 – 12 ton)	bestelwagen (≤ 3,5 ton)	zware vrachtwagen (> 12 ton)	zware vrachtwagen (> 12 ton)	lichte vrachtwagen (3,5 – 12 ton)	bestelwagen (≤ 3,5 ton)				
%	%	%	%	%	%	%	%	%	km	km	km		
bulkmaterialen voor masonry (remsand, zand, grind, )	75%	25%	100%	0%	0%	100%	90%	10%		100	100		
stortbeton	100%	0%	100%	0%	0%	100%	100%	0%	0%	35	100	100	
prefab-producten voor ruwbouw (wielvoets, spanten, )	100%	0%	100%	0%	0%	100%	100%	0%	0%	100	100	100	
losse producten voor ruwbouw (sneubouwenstenen, betonblokken, dakpannen)	40%	60%	100%	0%	0%	100%	85%	15%	0%	100	100	100	
kaliszandsteen	40%	60%	100%	0%	0%	100%	85%	15%		200	200		
isolatie	40%	60%	100%	0%	0%	100%	85%	15%		125	125		
afwerkingsproducten: vloerbekledingen (tapijt, linoleum, laminaat, )	10%	90%	90%	10%	0%	100%	90%	10%		150	150		
keramische tegels	0%	100%				100%	90%	10%		1500	1500		
afwerkingsproducten: pleister (gipspleister, buitenpleisters, gipsplaten, )	40%	60%	50%	50%	0%	100%	50%	50%	0%	100	100	100	
afwerkingsproducten: schrijfwerk (raamkozijnen, trappen, )	90%	10%	50%	45%	5%	100%	40%	50%	10%	100	100	100	
afwerkingsproducten: verf en vernis	10%	90%	0%	100%	0%	100%	0%	80%	20%	100	100	100	
installaties (verwarmingssysteem, radiatoren, ventilatie, )	0%	100%				100%	0%	80%	20%	100	100	100	
no transport	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0	0		

**Figuur 26: Ter illustratie: schermafbeelding van de Databank Initieel transport met overzicht van de verschillende materiaalcategorieën en hun overeenkomende transporttraject, transportvoertuigen en gemiddelde afstanden, zoals vastgelegd in de bepalingmethode in [Hoofdstuk 2](#).**

Vervolgens wordt voor elke materiaalcategorie de hoeveelheid tonkm per transportmiddel berekend. Hiervoor worden de volgende symbolen gedefinieerd:

- $(f_{wt})$  als de gewichtsfractie, die een bepaalde transportroute (symbool t) volgt (i.e. de route rechtstreeks of (voor de complementaire fractie) de route via de tussenhandelaar);
- $(f_{tv})$  als de gewichtsfractie, die voor elk transport (symbool t) met een specifiek voertuig (symbool v) vervoerd wordt;
- $(a_t)$  als de afstand (symbool a) voor elk transport (symbool t).

Het aantal tonkm initieel transport ( $TK_{ini,v}$ ) met één voertuig (v) wordt dan bepaald door de som over de 3 trajecten (i.e. fabriek-werf, fabriek-handel, handel-werf) van de afstanden, vermenigvuldigd met het product van de gewichtsfracties (vb. van de fractie, die rechtstreeks naar de werf gaat, wordt een deelfractie met een lichte vrachtwagen getransporteerd), dus:

$$TK_{ini,v} = \sum_{t=1}^3 (f_{wt} * f_{tv} * a_t)$$

In een volgende stap wordt voor elke materiaalcategorie en voor elke individuele milieu-indicator (symbool i) de milieu-impact van het totale initieel transport van fabriek tot werf (i.e. karakterisatieresultaten; zie [Figuur 27](#)) berekend door te sommeren over alle voertuigen

(symbool v) volgens de formule  $i_{c,initrans} = \sum_v (i_{c,v} * TK_{ini,v})$ .

Hierbij komt  $i_{c,v}$  overeen met de milieu-indicatoren per tonkm voor elk van de beschouwde voertuigen (symbool v), die in de Databank Transport (i.e. DB\_Transport; zie [paragraaf 4.3.4.2](#)) opgenomen zijn.

Conform alle andere databanken, worden ook in deze databank de hierboven berekende individuele resultaten per milieu-indicator en per materiaalcategorie (i.e. karakterisatie-resultaten, uitgedrukt in verschillende eenheden per tonkm) omgezet naar gemonetariseerde waarden per indicator (uitgedrukt in euro per tonkm) en tot slot gesommeerd tot geaggregeerde resultaten voor alle CEN en CEN+ indicatoren en tot één totaalscore (uitgedrukt in euro per tonkm) (zie [Figuur 27](#)).

MATERIAL CATEGORY	ECO COST INDICATOREN										SINGLE SCORES		
	CEN categorie scores - karakteristiek												
	CEN INDICATOREN							CEN+ INDICATOREN			CEN	CEN+	ALL
	Terrestrial acidification	Abiotic depletion - non fossils	Abiotic depletion - fossil	Particulate matter formation (Belgium)	Photochemical oxidation	Abiotic depletion - non fossils	Abiotic depletion - fossil	Urban land occupation	Natural land transformation without rain forest	Transformation tropical rain forest	subtotaal	subtotaal	Totaal
	kg SO2 eq / tkm	kg Sb eq / tkm	MJ, net cal / tkm	DALY / tkm	euro / tkm	euro / tkm	euro / tkm	euro / tkm	euro / tkm	euro / tkm	euro / tkm	euro / tkm	euro / tkm
	12	15	16	18	83	84	85	94	95	96			
bulkmaterialen voor ruwbouw (cement, zand, grind,...)	8.58E-05	8.26E-08	2.38E-01	3.55E-08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01
stortbeton	2.67E-05	2.54E-08	7.38E-02	1.10E-08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
prefab-producten voor ruwbouw (welfsels, spanten,...)	7.62E-05	7.27E-08	2.11E-01	3.15E-08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
losse producten voor ruwbouw (snelbouwstenen, beton)	1.03E-04	1.01E-07	2.84E-01	4.26E-08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01
kalkzandsteen	1.92E-04	1.88E-07	5.31E-01	7.97E-08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01
isolatie	1.25E-04	1.23E-07	3.46E-01	5.19E-08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01
afwerkingsproducten: vloerbekledingen (tapjt, linoleum, keramische tegels)	1.56E-04	1.53E-07	4.33E-01	6.49E-08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01
afwerkingsproducten: pleister (gipspleister, buitenpleist)	1.38E-03	1.36E-06	3.83E+00	5.74E-07	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05	0.04	0.09
afwerkingsproducten: schrijnwerk (raamkozijnen, trapp)	1.40E-04	1.49E-07	3.90E-01	5.92E-08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01
afwerkingsproducten: verf en vernis	1.42E-04	1.58E-07	4.36E-01	6.29E-08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01
installaties (verwarmingsketel, radiatoren, ventilatie,...)	2.30E-04	2.56E-07	6.93E-01	1.01E-07	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.02
no transport	2.40E-04	2.66E-07	7.26E-01	1.06E-07	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.02
	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

**Figuur 27: Ter illustratie: schermafdruk van de Databank Initieel transport met overzicht van de verschillende materiaalcategorieën en een deel van hun overeenkomende milieu-impact, uitgedrukt als individuele, gemonetariseerde en geaggregeerde resultaten.**

#### 4.3.5.2 EOL transport en behandeling

De databank EOL transport en behandeling (WasteCat\_EOL) berekent de milieu-impact van de scenario's aangaande de EOL-behandeling en het bijhorende transport van werf tot EOL-bestemming van de verschillende (bouw)materialen uit de Databank Materialen (zie [Figuur 11](#)).

afvalcategorie
1. Afwerkingslaag verkleefd aan hout, kunststof of metaal
2. Afwerkingslaag verkleefd aan puin
3. Bitumen
4. Brandbaar restafval: andere afvalfracties
5. Cellenbeton
6. Chemisch verduurzaamd hout
7. Composiet houtproducten
8. Elastomeren
9. Gips (incl. gipskarton)
10. Glas
11. Grond
12. Inert afval
13. Isolatie: brandbaar
14. Isolatie: niet-brandbaar
15. Klein gevaarlijke afval
16. Metalen
17. No waste
18. Niet verduurzaamd hout (kan wel geleverd zijn)
19. Pleisters
20. Polyolefinen (PP, PE)
21. PVC raamprofielen
22. PVC elektrische kabels en draadisolatie
23. PVC buizen
24. PVC membranen
25. Verpakkingen: hout
26. Verpakkingen: papier en karton
27. Verpakkingen: plastic folies

**Tabel 12: Overzicht van de 26 afvalcategorieën, aangevuld met de categorie 'no waste', die binnen dit project beschouwd worden.**

Hiervoor worden op basis van de 26 afvalcategorieën, vastgelegd in de bepalingmethode (zie [Tabel 4](#) in [Hoofdstuk 2](#)), en één categorie voor "no waste", 27 afvalcategorieën gedefinieerd (zie [Figuur 28](#) en [Tabel 12](#)). Elk van deze categorieën volgt een ander EOL-scenario. De

scenario's verschillen wat betreft het al dan niet vooraf op de werf sorteren van het afval, de specifieke EOL-afvalbehandeling (nl. storten, verbranden met of zonder warmteterugwinning en recyclage/hergebruik; enkel storten en verbranden zonder warmteterugwinning worden hier ingerekend) en het specifiek transport van werf tot EOL-verwerkingssite (i.e. transporttraject (i.e. van werf tot eindbestemming, al dan niet via een inzamelpunt of sorteerbeidrijf), transportmiddel (i.e. zware of lichte vrachtwagen) en gemiddelde afstand). De scenario's worden in de Excel-spreadsheet voor elk van de afvalcategorieën samengevat (zie [Figuur 28](#)). De details ervan worden weergegeven in de bepalingsmethode (zie [Hoofdstuk 2](#)).

WASTE CATEGORY	VERDELING OVER SORTEREN - NIET SORTEREN		EOL behandeling			VERDELING OVER TYPES VOERTUIGEN PER TYPE TRAJECT										TOTAL TRANSPORT DIS	
						transport gesorteerd afval van werf naar inzamelpunt			transport niet-gesorteerd afval van werf naar sorteerbeidrijf			transport van inzamelpunt of sorteerbeidrijf naar eindbestemming				transport naar sorteerbeidrijf of inzamelpunt km	aantal km van inzamelpunt of sorteerlocatie naar stortplaats km
	gesorteerd op de werf	niet-gesorteerd op de werf	storten	verbranden	recyclage / hergebruik	zware vrachtwagen (> 16 ton)	zware vrachtwagen (7.5 - 16 ton)	lichte vrachtwagen (3.5 - 7.5 ton)	zware vrachtwagen (> 16 ton)	zware vrachtwagen (7.5 - 16 ton)	lichte vrachtwagen (3.5 - 7.5 ton)	zware vrachtwagen (> 16 ton)	zware vrachtwagen (7.5 - 16 ton)	lichte vrachtwagen (3.5 - 7.5 ton)	lichte vrachtwagen (3.5 - 7.5 ton)		
afwerkingslaag verkleefd aan hout, kunstof of metaal	0%	100%	0%	100%	0%	90%	5%	5%	90%	10%	0%	100%	0%	0%	0%	30	50
afwerkingslaag verkleefd aan puin (verf, coatings, lijm)	0%	100%	100%	0%	0%	90%	5%	5%	90%	10%	0%	100%	0%	0%	0%	30	50
bitumen	0%	100%	100%	0%	0%	90%	5%	5%	90%	10%	0%	100%	0%	0%	0%	30	50
brandbaar restafval, andere afvalfracties (tapijt, linolie)	0%	100%	0%	100%	0%	90%	5%	5%	90%	10%	0%	100%	0%	0%	0%	30	50
cellulieton	30%	70%	85%	0%	15%	90%	5%	5%	90%	10%	0%	100%	0%	0%	0%	30	50
chemisch verduurzaam hout	40%	60%	5%	95%	0%	90%	5%	5%	90%	10%	0%	100%	0%	0%	0%	30	50
composiet houtproducten (OSB, MDF, spaanplaten, elastomeren (EPDM))	40%	60%	5%	75%	20%	90%	5%	5%	90%	10%	0%	100%	0%	0%	0%	30	50
gips (incl. gipskarton)	0%	100%	100%	0%	0%	90%	5%	5%	90%	10%	0%	100%	0%	0%	0%	30	50
glas	50%	50%	95%	0%	5%	90%	5%	5%	90%	10%	0%	100%	0%	0%	0%	30	50
grond	70%	30%	30%	0%	70%	90%	5%	5%	90%	10%	0%	100%	0%	0%	0%	30	50
met afval (beton, dakpannen, keramische tegels, isolatie brandbaar (PUR, EPS, houtwol, celuloze, XPS, isolatie niet-brandbaar (minerale wol)	90%	10%	0%	0%	100%	100%	5%	5%	90%	10%	0%	100%	0%	0%	0%	30	50
klein gevaarlijk afval (verfresten, white spirit, ontikstis)	75%	25%	5%	0%	95%	100%	0%	0%	90%	10%	0%	100%	0%	0%	0%	30	50
metalen	85%	15%	0%	0%	95%	90%	5%	5%	90%	10%	0%	100%	0%	0%	0%	30	50
no waste	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0	0
niet verduurzaam hout (kan wel geveerd zijn)	40%	60%	5%	20%	75%	90%	5%	5%	90%	10%	0%	100%	0%	0%	0%	30	50
pleisters	0%	100%	100%	0%	0%	90%	5%	5%	90%	10%	0%	100%	0%	0%	0%	30	50
polyolefinen (PP, PE) leidingen, folies (bv. waterdicht)	0%	100%	10%	85%	5%	90%	5%	5%	90%	10%	0%	100%	0%	0%	0%	30	50
PVC raamprofielen	0%	100%	10%	45%	45%	90%	5%	5%	90%	10%	0%	100%	0%	0%	0%	30	50
PVC elektrische kabels en draadisolatie	0%	100%	10%	40%	50%	90%	5%	5%	90%	10%	0%	100%	0%	0%	0%	30	50
PVC-buizen	0%	100%	10%	30%	50%	90%	5%	5%	90%	10%	0%	100%	0%	0%	0%	30	50
PVC-membranen (dakwerk en waterbestendige membranen)	0%	100%	15%	65%	20%	90%	5%	5%	90%	10%	0%	100%	0%	0%	0%	30	50
verpakkingen hout (bv. palletten)	50%	50%	20%	20%	60%	90%	5%	5%	90%	10%	0%	100%	0%	0%	0%	30	50
verpakkingen papier en karton	50%	50%	3%	3%	94%	90%	5%	5%	90%	10%	0%	100%	0%	0%	0%	30	50
verpakkingen plastic folies	50%	50%	30%	10%	60%	90%	5%	5%	90%	10%	0%	100%	0%	0%	0%	30	50

**Figuur 28: Ter illustratie: schermafbeelding van de Databank EOL transport en behandeling met overzicht van de 27 afvalcategorieën en hun overeenkomende sorteer- en EOL-scenario, transporttraject, transportvoertuig en gemiddelde afstand, zoals vastgelegd in de bepalingsmethode in [Hoofdstuk 2](#).**

Voor de berekening van de milieu-impact van de verschillende afvalcategorieën worden ook hier specifieke formules gebruikt. De symbolen, die de invoerparameters voorstellen, zijn de volgende:

- $f_{SW}$  voor de afvalfractie, die al dan niet op de werf gesorteerd wordt;
- $f_{EOL}$  voor de afvalfractie, die een specifieke EOL-behandeling ondergaat;
- $a_{t,EOL}$  voor de gemiddelde transportafstand naar EOL voor elke route (symbool t);
- $(f_{t,EOL,v})$ , die aangeeft welke fractie met welk voertuig (symbool v) vervoerd wordt tijdens het transport naar EOL (symbool tEOL).

Analoog aan de Databank Initieel Transport (zie [paragraaf 4.3.5.1](#)), wordt ook hier het totaal aantal tonkm transport naar EOL met één voertuig ( $TK_{EOL,v}$ ) voor elke afvalcategorie berekend door te sommeren over de trajecten van de afstanden, vermenigvuldigd met het product van de gewichtsfracties (de fractie, die een bepaald traject volgt, wordt vermenigvuldigd met de fractie, die voor dat traject via een bepaald voertuig gebeurt) volgens de volgende formule:

$$TK_{EOL,v} = \sum_{\text{trajecten}} (f_{EOL} * f_{t,EOL,v} * a_{t,EOL})$$

In de Databank Transport is de milieu-impact per tonkm en per indicator voor alle beschouwde voertuigen te vinden ( $I_{t,v}$ ; zelfde als hoger gebruikt voor het initieel transport; zie [paragraaf 4.3.4.2](#)). Om vervolgens de milieu-impact voor het totale transport van werf tot EOL voor elke afvalcategorie te bekomen, wordt per milieu-indicator gesommeerd over alle voertuigen (v) volgens de formule  $I_{t,EOL,trans} = \sum_v (I_{t,v} * TK_{EOL,v})$ .

Voor de EOL-behandeling van de verschillende afvalcategorieën is de fractie, die deze ondergaat, hoger reeds beschreven (of ze nu op de werf gesorteerd werd of niet), maar dient het milieueffect voor de behandeling zelf nog ingerekend te worden. Hiervoor wordt eerst voor

elk van de afvalcategorieën het overeenkomende sorteerproces opgeijst. Vervolgens wordt de milieu-impact per individuele milieu-indicator berekend.

De invoergegevens, over welke fracties voor een bepaalde afvalcategorie een bepaalde

behandeling ondergaan, worden weergegeven door het symbool  $f_{EOL}$ . Bijvoorbeeld welke fractie van houtproducten wordt hergebruikt, gerecycleerd, verbrand met warmteterugwinning, verbrand of gestort. Vandaar de volgende formule voor de berekening van de milieu-

indicatoren:  $i_{c,EOL} = \sum_{EOL\text{ behandeling}} (i_c * f_{EOL})$ . Hierbij komt  $i_c$  overeen met de indicator i voor milieucategorie c.

Deze berekening levert een databank op met milieueffecten per afvalcategorie, weergegeven onder de vorm van karakterisatieresultaten (uitgedrukt in verschillende eenheden per tonkm), gemonetariseerde resultaten en geaggregeerde resultaten voor de CEN en CEN+ indicatoren en voor het totaal (uitgedrukt in euro per tonkm) (zie [Figuur 29](#)).

WASTE CATEGORY	MMG methode - impact categorie scores - karakterisatie										ECO COST INDICATOREN						SINGLE SCORES				
											CEN INDICATOREN						CEN+ INDICATOREN		CEN	CEN+	ALL
	Terrestrial ecotoxicity	Freshwater ecotoxicity	Marine ecotoxicity	Land occupation: forest	Agricultural land occupation	Urban land occupation	Natural land transformation: on without rain forest	Transformation tropical rain forest	Water depletion	Photochemical oxidation	Abiotic depletion: non fossils	Abiotic depletion: fossil	Agricultural land occupation	Urban land occupation	Natural land transformation without	subtotal	subtotal	Total			
	kg 1.4-DB	kg 1.4-DB eq	kg 1.4-DB	species/yr	species/yr	species/yr	species/yr	species/yr	m3/tkm	euro/tkm	euro/tkm	euro/tkm	euro/tkm	euro/tkm	euro/tkm	euro	euro	euro			
afwerkingslaag verkleefd aan hout, kunststof of metaal	2.71E-06	4.77E-05	5.53E-05	8.29E-13	0.00E+00	3.76E-12	9.29E-12	4.39E-13	7.03E-05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01			
afwerkingslaag verkleefd aan pun (verf, coatings, lijn	1.69E-06	2.95E-05	3.44E-05	5.14E-13	0.00E+00	2.36E-12	5.77E-12	2.72E-13	4.36E-05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00			
bitumen	1.69E-06	2.95E-05	3.44E-05	5.14E-13	0.00E+00	2.36E-12	5.77E-12	2.72E-13	4.36E-05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00			
brandbaar restafval: andere afvalfracties (tapijt, linole	2.71E-06	4.77E-05	5.53E-05	8.29E-13	0.00E+00	3.76E-12	9.29E-12	4.39E-13	7.03E-05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01			
cellenbeton	1.57E-06	2.72E-05	3.18E-05	4.75E-13	0.00E+00	2.21E-12	5.30E-12	2.51E-13	4.01E-05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00			
chemisch verduurzaamd hout	2.70E-06	4.73E-05	5.50E-05	8.24E-13	0.00E+00	3.78E-12	9.20E-12	4.36E-13	6.97E-05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01			
composiet houtproducten (OSB, MDF, spaanplaten,	2.29E-06	4.01E-05	4.66E-05	6.98E-13	0.00E+00	3.22E-12	7.70E-12	3.69E-13	5.90E-05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01			
elastomeren (EPDM)	1.69E-06	2.95E-05	3.44E-05	5.14E-13	0.00E+00	2.36E-12	5.77E-12	2.72E-13	4.36E-05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00			
gips (incl. gipskarton)	1.69E-06	2.93E-05	3.42E-05	5.12E-13	0.00E+00	2.39E-12	5.70E-12	2.70E-13	4.31E-05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00			
glas	1.05E-06	1.78E-05	2.10E-05	3.12E-13	0.00E+00	1.52E-12	3.45E-12	1.64E-13	2.61E-05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00			
grond	8.22E-06	1.35E-06	1.62E-06	2.40E-14	0.00E+00	1.22E-13	2.62E-13	1.26E-14	1.98E-06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00			
met afval (beton, dakpannen, keramische tegels, ba	6.77E-07	1.19E-05	1.38E-05	2.07E-13	0.00E+00	9.41E-13	2.32E-12	1.10E-13	1.76E-05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00			
isolatie brandbaar (PUR, EPS, houtwol, cellulose, X	2.71E-06	4.77E-05	5.53E-05	8.29E-13	0.00E+00	3.76E-12	9.29E-12	4.39E-13	7.03E-05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01			
isolatie niet-brandbaar (minerale wol)	1.69E-06	2.95E-05	3.44E-05	5.14E-13	0.00E+00	2.36E-12	5.77E-12	2.72E-13	4.36E-05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00			
Klein gevaarlijk afval (verfresten, white spirit, ontklstr	2.31E-06	4.00E-05	4.67E-05	6.99E-13	0.00E+00	3.27E-12	7.73E-12	3.69E-13	5.90E-05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01			
metalen	8.13E-07	1.34E-05	1.60E-05	2.37E-13	0.00E+00	1.20E-12	2.59E-12	1.24E-13	1.96E-05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00			
no waste	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00			
niet verduurzaamd hout (kan wel geveerd zijn)	1.17E-06	2.01E-05	2.36E-05	3.51E-13	0.00E+00	1.67E-12	3.92E-12	1.85E-13	2.96E-05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00			
pleisters	1.69E-06	2.95E-05	3.44E-05	5.14E-13	0.00E+00	2.36E-12	5.77E-12	2.72E-13	4.36E-05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00			
polyethyleen (PP, PE) leidingen, folies (bv. waterdic	2.90E-06	4.41E-05	5.11E-05	7.66E-13	0.00E+00	3.48E-12	8.59E-12	4.06E-13	6.50E-05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01			
PVC raamprofielen	1.69E-06	2.95E-05	3.44E-05	5.14E-13	0.00E+00	2.36E-12	5.77E-12	2.72E-13	4.36E-05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00			
PVC: elektrische kabels en draadisolatie	1.59E-06	2.77E-05	3.23E-05	4.82E-13	0.00E+00	2.22E-12	5.42E-12	2.55E-13	4.09E-05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00			
PVC-buizen	1.32E-06	2.30E-05	2.67E-05	3.99E-13	0.00E+00	1.84E-12	4.49E-12	2.11E-13	3.39E-05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00			
PVC-membranen (dakwerk en waterbestendige men	2.16E-06	3.77E-05	4.39E-05	6.56E-13	0.00E+00	2.99E-12	7.36E-12	3.47E-13	5.59E-05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00			
verpakkingen: hout (bv. palletten)	1.34E-06	2.29E-05	2.69E-05	4.01E-13	0.00E+00	1.90E-12	4.46E-12	2.12E-13	3.38E-05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00			
verpakkingen: papier en karton	8.16E-07	1.37E-05	1.62E-05	2.40E-13	0.00E+00	1.19E-12	2.67E-12	1.26E-13	2.01E-05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00			
verpakkingen: plastic folies	1.23E-06	2.11E-05	2.48E-05	3.70E-13	0.00E+00	1.76E-12	4.11E-12	1.95E-13	3.11E-05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00			

**Figuur 29: Ter illustratie: schermafdruk van de Databank EOL transport en behandeling met overzicht van de verschillende afvalcategorieën en een deel van de overeenkomende milieu-impact, uitgedrukt als individuele, gemonetariseerde en geaggregeerde resultaten.**

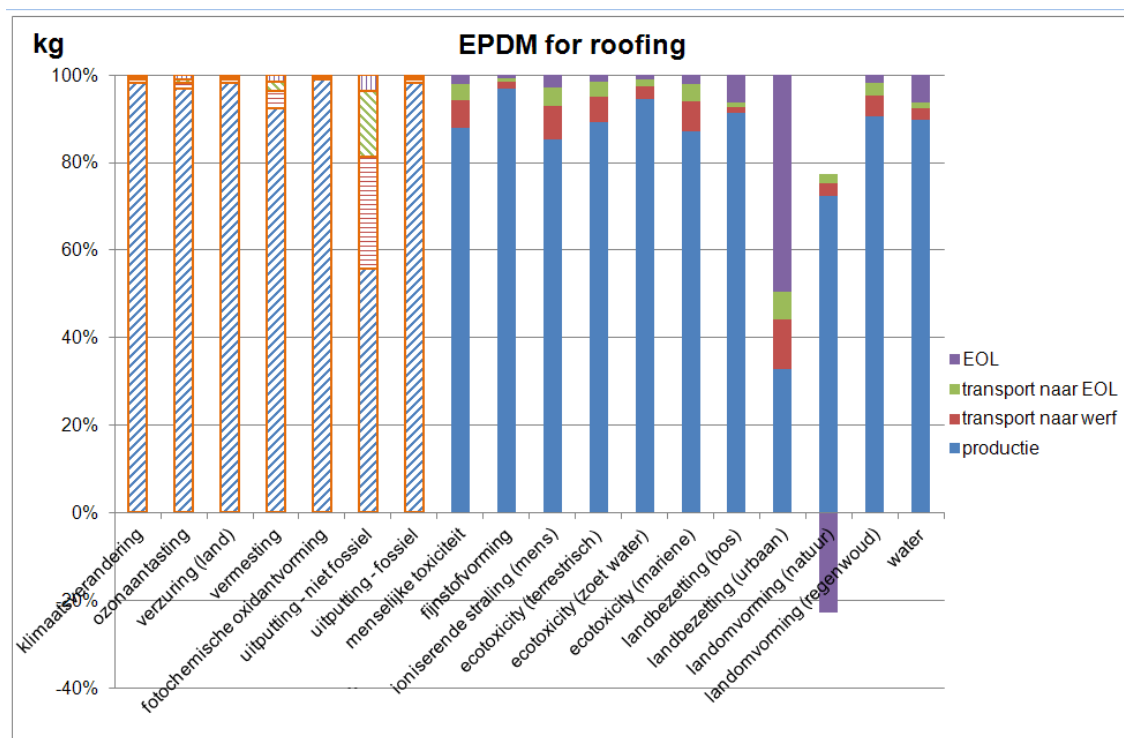
#### 4.3.6 Visualisatie van de resultaten op materiaalniveau

In de bovenstaande databanken wordt de milieu-impact van de verschillende materialen, energiedragers, transportmiddelen, EOL-processen en materiaal- en afvalcategorieën telkens cijfermatig weergegeven. Deze resultaten omvatten de individuele karakterisatiescores van de 18 beschouwde milieu-indicatoren (uitgedrukt in verschillende eenheden per indicator), alsook de gemonetariseerde scores voor 16 van de 18 indicatoren (cf. (nog) geen monetaarisatie mogelijk voor de indicatoren aangaande “natuurlijke landomvorming” en “water”; uitgedrukt in euro per eenheid materiaal) en de geaggregeerde scores voor alle CEN en CEN+ indicatoren en hun totaal (uitgedrukt in euro per eenheid materiaal) (zie ook [Hoofdstuk 2](#) en [Hoofdstuk 3](#)).

Om deze resultaten beter te kunnen interpreteren, worden in dit project verschillende grafieken opgesteld. Belangrijk hierbij is te weten dat in al deze grafieken de resultaten voor de CEN indicatoren altijd weergegeven worden onder de vorm van gearceerde balkjes, terwijl de resultaten voor de CEN+ indicatoren altijd weergegeven worden onder de vorm van volledig gekleurde balkjes.

Op materiaalniveau worden twee types grafieken onderscheiden.

In een eerste type van grafiek wordt nagegaan welke fase(n) binnen de levenscyclus van het beschouwde materiaal (i.e. productie, transport van fabriek tot werf en van werf tot EOL en EOL) de belangrijkste bijdrage levert/leveren aan elk van de individuele milieu-indicatoren. Hiervoor worden per indicator de individuele scores of karakterisatieresultaten voor het beschouwde materiaal weergegeven op een schaal van 100% en opgedeeld volgens de relatieve bijdrage van de verschillende levenscyclusfasen (uitgedrukt in %) (zie [Figuur 30](#)).

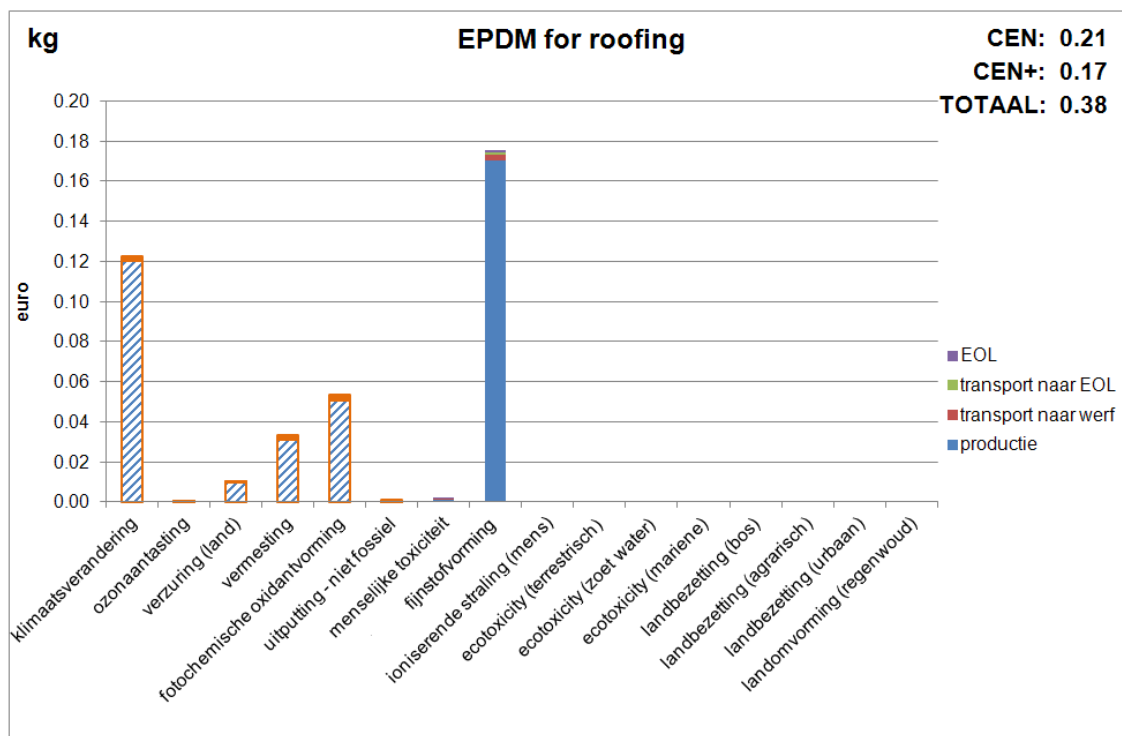


**Figuur 30:** Voorbeeld van de visualisatie van de resultaten op materiaalniveau: weergave van de milieu-impact van 1 kg EPDM, uitgedrukt per individuele milieu-indicator (X-as) en opgedeeld volgens de relatieve bijdrage van de verschillende levenscyclusfasen (i.e. productie, transport van fabriek tot werf, transport van werf tot EOL en EOL-behandeling; zie legende; uitgedrukt in % per eenheid materiaal) (Y-as). De resultaten voor de CEN indicatoren (i.e. eerste 7 indicatoren op de Y-as) worden weergegeven onder de vorm van gearceerde balkjes, de resultaten voor de CEN+ indicatoren (i.e. laatste 11 indicatoren op de Y-as) worden weergegeven onder de vorm van volledig gekleurde balkjes.

Een belangrijke opmerking in verband met dit eerste type van grafiek is dat het hierbij gaat om relatieve resultaten. Met andere woorden, er kunnen enkel uitspraken gedaan worden over het relatieve belang van de verschillende levenscyclusfasen voor elke individuele milieu-indicator, maar er kunnen geen uitspraken gedaan worden over de onderlinge verhoudingen van de individuele indicatoren tegenover elkaar.

Daarom worden in een tweede type van grafiek voor het beschouwde materiaal de absolute bijdragen van de 16 monetariseerbare milieu-indicatoren weergegeven op basis van de gemonetariseerde resultaten (uitgedrukt in euro per eenheid materiaal) (zie [Figuur 31](#)). Op deze manier kan nagegaan worden welke van de milieu-indicatoren een significante bijdrage levert/leveren aan de totale milieu-impact van het beschouwde materiaal. Als bijkomende informatie wordt voor elke individuele indicator ook de absolute bijdrage van de verschillende levenscyclusfasen (i.e. productie, transport van fabriek tot werf, transport van werf tot EOL en EOL) weergegeven. Daarnaast wordt in de rechterbovenhoek van de grafiek ook de geaggregeerde score voor de CEN en CEN+ indicatoren weergegeven, alsook de totaalscore per eenheid materiaal (uitgedrukt in euro per eenheid materiaal).





**Figuur 31:** Voorbeeld van de visualisatie van de resultaten op materiaalniveau: weergave van de absolute milieu-impact van 1 kg EPDM, uitgedrukt in euro per eenheid materiaal en per individuele milieu-indicator (X-as) en opgedeeld volgens de absolute bijdrage van de verschillende levenscyclusfasen (i.e. productie, transport van fabriek tot werf, transport van werf tot EOL en EOL-behandeling; zie legende; eveneens uitgedrukt in euro per eenheid materiaal) (Y-as).

De resultaten voor de CEN indicatoren (i.e. eerste 6 indicatoren op de Y-as) worden weergegeven onder de vorm van gearceerde balkjes, de resultaten voor de CEN+ indicatoren (i.e. laatste 10 indicatoren op de Y-as) worden weergegeven onder de vorm van volledig gekleurde balkjes. In de rechterbovenhoek van de grafiek worden de geaggregeerde scores (uitgedrukt in euro per eenheid materiaal) voor de CEN en CEN+ indicatoren en voor de totale milieu-impact van het beschouwde materiaal weergegeven.

In [Hoofdstuk 5](#) worden de resultaten voor een selectie van 10 materialen in detail uitgewerkt en worden de resultaten in bovenstaande grafieken in detail geïnterpreteerd.

## 4.4 Databank Verwerkte Materialen

### 4.4.1 Inleiding

Zoals in [paragraaf 4.3](#) weergegeven, bestaat het expert-rekenmodel op (bouw)materiaalniveau uit een Excel spreadsheet, die opgebouwd is uit verschillende onderliggende databanken (i.e. Databank Materialen, basisdatabanken Energie, Transport en EOL, scenariodatabanken Initieel Transport en EOL transport en behandeling en databank Monetarisatie).

Op verwerkt materiaalniveau komen hier nog twee databanken bij, i.e. de Databank Verwerkte Materialen met de berekening van de milieu-impact van de in dit project beschouwde verwerkte materialen en de Databank Schoonmaak en Onderhoud met de berekening van de milieu-impact van de schoonmaak- en onderhoudsprocessen, die tijdens de gebruiksfase van de verwerkte materialen nodig zijn.

Deze twee databanken worden in de onderstaande paragrafen in detail toegelicht.

### 4.4.2 Databank Verwerkte Materialen

De Databank Verwerkte Materialen in het expert-rekenmodel bestaat in feite uit acht aparte tabbladen, i.e. één per bouwelement (i.e. vloer op volle grond, verdiepingsvloer, buitenwand, dragende en niet-dragende binnenwand, hellend dak, plat dak, trappen en buitenschrijnwerk).

Elk tabblad wordt gelijkaardig opgebouwd en bestaat in de eerste plaats uit een oplijsting van de verschillende verwerkte materialen, die van toepassing zijn op het specifieke

BD-SIB REF.	Beschrijving versuurt materiaal	Eenhheid VersuurtM	besuismateriaal	Econvent materiaal	eenheid Econvent	eenheid besuismateriaal	ratio 1 eethed Econvent eethed besuismateriaal	ratio 2 eethed Econvent eethed besuismateriaal	dikte	lamda a	R
									mm	W/mK	hPa
421	WALL, INTERIOR, INTERIOR	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
422	WALL, INTERIOR, INTERIOR	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
423	WALL, INTERIOR, INTERIOR	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
423.01.05-10	acrylic paint on gypsum board	m2	acrylic paint (layers)	acrylic paint, white, 60% in H2O, at pH=9-10 U, w. up plaster	kg	liter	1.5	0.320	nvt	nvt	nvt
423.01.05-11	acrylic paint on gypsum plaster	m2	acrylic paint (layers)	acrylic paint, white, 60% in H2O, at pH=9-10 U, w. up plaster	kg	liter	1.5	0.300	nvt	nvt	nvt
423.01.05-12	WALL, INTERIOR, INTERIOR	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
423.01.05-13	acrylic paint on brickwork (for paint or seal paper)	m2	primer coat	Base primer, at pH=9-10 U	kg	cm	10	1.000	0.03	0.03	nvt
423.01.05-14	acrylic paint on brickwork (for paint or seal paper)	m2	primer coat	Top coat, at pH=9-10 U	kg	cm	1	0.800	0.02	0.01	nvt
423.01.05-15	acrylic paint on brickwork (for paint or seal paper)	m2	primer coat	Top coat, at pH=9-10 U	kg	cm	1	0.800	0.02	0.01	nvt
423.01.05-16	acrylic paint on brickwork (for paint or seal paper)	m2	primer coat	Top coat, at pH=9-10 U	kg	cm	1	0.800	0.02	0.01	nvt
423.01.05-17	acrylic paint on brickwork (for paint or seal paper)	m2	primer coat	Top coat, at pH=9-10 U	kg	cm	1	0.800	0.02	0.01	nvt
423.01.05-18	acrylic paint on brickwork (for paint or seal paper)	m2	primer coat	Top coat, at pH=9-10 U	kg	cm	1	0.800	0.02	0.01	nvt
423.01.05-19	acrylic paint on brickwork (for paint or seal paper)	m2	primer coat	Top coat, at pH=9-10 U	kg	cm	1	0.800	0.02	0.01	nvt
423.01.05-20	acrylic paint on brickwork (for paint or seal paper)	m2	primer coat	Top coat, at pH=9-10 U	kg	cm	1	0.800	0.02	0.01	nvt
423.01.05-21	acrylic paint on brickwork (for paint or seal paper)	m2	primer coat	Top coat, at pH=9-10 U	kg	cm	1	0.800	0.02	0.01	nvt
423.01.05-22	acrylic paint on brickwork (for paint or seal paper)	m2	primer coat	Top coat, at pH=9-10 U	kg	cm	1	0.800	0.02	0.01	nvt
423.01.05-23	acrylic paint on brickwork (for paint or seal paper)	m2	primer coat	Top coat, at pH=9-10 U	kg	cm	1	0.800	0.02	0.01	nvt
423.01.05-24	acrylic paint on brickwork (for paint or seal paper)	m2	primer coat	Top coat, at pH=9-10 U	kg	cm	1	0.800	0.02	0.01	nvt
423.01.05-25	acrylic paint on brickwork (for paint or seal paper)	m2	primer coat	Top coat, at pH=9-10 U	kg	cm	1	0.800	0.02	0.01	nvt
423.01.05-26	acrylic paint on brickwork (for paint or seal paper)	m2	primer coat	Top coat, at pH=9-10 U	kg	cm	1	0.800	0.02	0.01	nvt
423.01.05-27	acrylic paint on brickwork (for paint or seal paper)	m2	primer coat	Top coat, at pH=9-10 U	kg	cm	1	0.800	0.02	0.01	nvt
423.01.05-28	acrylic paint on brickwork (for paint or seal paper)	m2	primer coat	Top coat, at pH=9-10 U	kg	cm	1	0.800	0.02	0.01	nvt
423.01.05-29	acrylic paint on brickwork (for paint or seal paper)	m2	primer coat	Top coat, at pH=9-10 U	kg	cm	1	0.800	0.02	0.01	nvt
423.01.05-30	acrylic paint on brickwork (for paint or seal paper)	m2	primer coat	Top coat, at pH=9-10 U	kg	cm	1	0.800	0.02	0.01	nvt
423.01.05-31	acrylic paint on brickwork (for paint or seal paper)	m2	primer coat	Top coat, at pH=9-10 U	kg	cm	1	0.800	0.02	0.01	nvt
423.01.05-32	acrylic paint on brickwork (for paint or seal paper)	m2	primer coat	Top coat, at pH=9-10 U	kg	cm	1	0.800	0.02	0.01	nvt
423.01.05-33	acrylic paint on brickwork (for paint or seal paper)	m2	primer coat	Top coat, at pH=9-10 U	kg	cm	1	0.800	0.02	0.01	nvt
423.01.05-34	acrylic paint on brickwork (for paint or seal paper)	m2	primer coat	Top coat, at pH=9-10 U	kg	cm	1	0.800	0.02	0.01	nvt
423.01.05-35	acrylic paint on brickwork (for paint or seal paper)	m2	primer coat	Top coat, at pH=9-10 U	kg	cm	1	0.800	0.02	0.01	nvt
423.01.05-36	acrylic paint on brickwork (for paint or seal paper)	m2	primer coat	Top coat, at pH=9-10 U	kg	cm	1	0.800	0.02	0.01	nvt
423.01.05-37	acrylic paint on brickwork (for paint or seal paper)	m2	primer coat	Top coat, at pH=9-10 U	kg	cm	1	0.800	0.02	0.01	nvt
423.01.05-38	acrylic paint on brickwork (for paint or seal paper)	m2	primer coat	Top coat, at pH=9-10 U	kg	cm	1	0.800	0.02	0.01	nvt
423.01.05-39	acrylic paint on brickwork (for paint or seal paper)	m2	primer coat	Top coat, at pH=9-10 U	kg	cm	1	0.800	0.02	0.01	nvt
423.01.05-											

Vermits de verwerkte materialen tijdens de gebruiksfase vaak bepaalde schoonmaak- en/of onderhoudsbehandelingen vereisen, wordt in de Databank Verwerkte Materialen elk verwerkt materiaal, indien nodig, gekoppeld aan een specifiek scenario voor schoonmaak en/of klein en/of groot onderhoud (zie [Figuur 33](#)). Dit scenario gaat gepaard met een welbepaalde milieupact en een welbepaalde frequentie (vb. aantal keer per jaar of om de x jaar). De milieupact van de schoonmaak- en onderhoudsscenario's wordt berekend in de onderliggende Databank Schoonmaak en Onderhoud, die in de volgende [paragraaf 4.4.3](#) in detail besproken wordt. De frequentie van de schoonmaakprocessen (uitgedrukt in "aantal keer per jaar") wordt

## Milieugerelateerde Materiaalprestatie van Gebouwelementen



eveneens in deze databank meegenomen. De frequentie van het groot en/of klein onderhoud (uitgedrukt in “om de x jaar”), echter, wordt in de databank op elementniveau mee in rekening gebracht (zie [paragraaf 4.5.1](#) voor meer informatie hierover).

BB/SIB REF.	Beschrijving verwerkt materiaal	Schoonmaak	klein onderhoud	groot onderhoud
(42-/4)	WALL, INTERNAL FINISHES - TREATMENT			
(42-/43)	WALL, INTERNAL FINISHES - TREATMENT OF CLOSING SUB-E			
(42-/43)/V6 - 10	acrylic paint on gypsum board	cleaning - internal finishing - cleaning	no maintenance	big maintenance - internal finishing - paint
(42-/43)/V6 - 11	acrylic paint on gypsum plaster	cleaning - internal finishing - cleaning	no maintenance	big maintenance - internal finishing - paint
(42-/2)	WALL, INTERNAL FINISHES - CLOSING SUB-ELEMENT			
(42-/2)/P2 - 10	gypsum plaster on brickwork (for paint or wall paper)	no cleaning	small maintenance - internal finishing - gypsum plaster	big maintenance - internal finishing - gypsum plaster
(42-/2)/P1 - 10	clay plaster on brickwork	no cleaning	no maintenance	big maintenance - internal finishing - clay plaster
(42-/2)/P7 - 10	gypsum board (1,25cm) - screwed - inclusive joint filler	no cleaning	no maintenance	big maintenance - internal finishing - gypsum plaster
(42-/2)/F1 - 10	gypsum blocks 5 cm + gypsum putty (afwerkingsplamuur)	no cleaning	no maintenance	big maintenance - internal finishing - boards
(42-/3)	WALL, INTERNAL FINISHES - SUPPORT STRUCTURE FOR CLOS			
(42-/3)/H - 12	wooden support structure for boards (Belgian mix)	no cleaning	no maintenance	no maintenance
(21-/2)	WALL'S EXTERNAL WALLS			
(21-/2)	EXTERNAL WALL - PRIMARY PART			
(21-/2, 21.1)/F2(D6) - 14	loadbearing building clay bricks - bricklaid (290x140x40)	no cleaning	no maintenance	no maintenance
(21-/2, 21.1)/F2(D6) - 20	loadbearing building insulating clay bricks - bricklaid (290x140x40)	no cleaning	no maintenance	no maintenance
(21-/2, 21.1)/F1(D6) - 20	loadbearing sand-lime bricks - glued (298 x 148 x 150)	no cleaning	no maintenance	no maintenance
(21-/2, 21.1)/F2(D6) - 10	loadbearing hollow concrete blocks - bricklaid (290x140x40)	no cleaning	no maintenance	no maintenance
(21-/2, 21.1)/F2(D6) - 20	loadbearing massive concrete blocks - bricklaid (290x140x40)	no cleaning	no maintenance	no maintenance

**Figuur 33: Ter illustratie: schermafdruck van de Databank Verwerkte Materialen voor de buitenwand met overzicht van een deel van de verschillende verwerkte materialen en hun overeenkomstige schoonmaak- en onderhoudsscenario's.**

Op basis van de benodigde hoeveelheden van de verschillende samenstellende materialen en rekening houdend met de aan de materialen gekoppelde transport- en afvalscenario's (zie [paragraaf 4.3.5.1](#)) en de aan de verwerkte materialen gekoppelde schoonmaak- en onderhoudsprocessen, kan vervolgens voor elk verwerkt materiaal de milieu-impact per levenscyclusfase en in totaal berekend worden. Hiervoor wordt telkens eerst de milieu-impact per samenstellend materiaal berekend en wordt vervolgens de totale impact van het verwerkt materiaal bepaald door de resultaten van de aparte materialen bij elkaar op te tellen (zie [Figuur 34](#)).

Hierbij kan voor elke milieu-indicator van een verwerkt materiaal ( $i_{c,VM}$ ) de volgende formule toegepast worden:

$$i_{c,VM} = \sum_{n=1}^{alle\ Mat} (i_{c,n} * r_{BIV,n} * r_{EIB,n})$$

Voor elk materiaal, dat deel uitmaakt van het beschouwde verwerkt materiaal, wordt per indicator het product gemaakt van de volgende 3 factoren:

- de milieu-indicator van het materiaal voor zijn gehele levenscyclus ( $i_{c,n}$ )
- de ratio van de Ecoinventdata in het basismateriaal ( $r_{EIB,n}$ )
- de ratio van het basismateriaal in het verwerkt materiaal ( $r_{BIV,n}$ )

Als voorbeeld kan hier het verwerkt materiaal “gelijmde cellenbetonblokken (600x300x250)” aangehaald worden. Dit verwerkt materiaal bestaat uit twee materialen, i.e. de cellenbetonblokken en de lijm. De overeenkomstige milieueffecten worden in Ecoinvent uitgedrukt in kg cellenbeton en kg lijm. In de databank worden de gegevens berekend per blok en, zoals in Ecoinvent, per kg lijm.

Dit betekent voor de blokken:

$$i_{c,MPlus,n} * r_{EIB,n} * r_{BIV,n} \rightarrow \frac{effect}{kg} * \frac{kg}{blok} * \frac{blok}{m^2\ wand}$$

met

$$r_{EIB,n} \rightarrow \frac{kg}{blok} \rightarrow \frac{(0.6 * 0.3 * 0.25)m^3}{blok} * 642 \frac{kg}{m^3} = 28.9 \frac{kg}{blok}$$

$$l_{c,MPlus,m} * r_{EtV,m} * r_{EtB,m} \rightarrow \frac{effect}{m^2 wand} = \frac{Effect}{kg} * 189.3 \frac{kg}{m^2 wand}$$

$$I_{MPPlus,n} * r_{EtV,n} * r_{EtB,n} \rightarrow \frac{effect}{kg} * \frac{kg}{m^2 \cdot wand} * \frac{kg}{kg}$$

$$I_{MPPlus,n} * r_{EtV,n} * r_{EtB,n} \rightarrow \frac{effect}{kg} * 5.4 \frac{kg}{m^2 \cdot wand} * 1 \frac{kg}{kg}$$
$$i_{c,NM} = \sum_{n=1}^{alleMat} r_{EIV,n} * r_{EIB,n} * (i_{c,PROD} + i_{c,IntTrans} + i_{c,AFBR} + i_{c,EOLTTrans} + i_{c,EOL})$$
[illegible]

Per verwerkt materiaal wordt zowel de milieu-impact per samenstellend materiaal weergegeven (lichtgrijze rijen), als de totale impact van het verwerkt materiaal, bepaald door de som van de impacten van de samenstellende materialen (donkergrijze rijen).

Toon enkel verwerkte materialen		Toon alle details		SAMENVATTING																							
		€/eenheid verwerkt materiaal																									
REF.	Beschrijving verwerkt materiaal	PRODUCTIE			TRANSPORT NAAR WERF			SCHOONMAAK			KLEIN ONDERHOUD			GROOT ONDERHOUD			AFBRAAK			TRANSPORT NAAR EOL			EOL BEHAND.				
		CEN	CEN+	ALL	CEN	CEN+	ALL	CEN	CEN+	ALL	CEN	CEN+	ALL	CEN	CEN+	ALL	CEN	CEN+	ALL	CEN	CEN+	ALL	CEN	CEN+			
	<b>WALLS INTERNAL FINISHES - 10x20x100</b> <b>WALL - 20x20x100 - primary - brick (chain of 210x100x100)</b>																										
VV5 - 10	acrylic paint on gypsum board	0.21	0.18	0.37	0.09	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00				0.02	0.02	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00			
VV6 - 11	acrylic paint on gypsum plaster	0.21	0.18	0.37	0.09	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00				0.02	0.02	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00			
	<b>WALL INTERNAL FINISHES - 11x20x100 (20x11x100) - 20x11x100 (20x11x100)</b>																										
V2 - 10	gypsum plaster on brickwork (for paint or wall paper)	0.22	0.11	0.32	0.05	0.04	0.09				0.01	0.01	0.02	0.02	0.01	0.03	0.01	0.00	0.00	0.02	0.02	0.04	0.02	0.01			
		0.22	0.11	0.32	0.05	0.04	0.09										0.01	0.00	0.00	0.02	0.02	0.04	0.02	0.01			
V8 - 10	rag plaster on brickwork	0.16	0.15	0.26	0.18	0.14	0.32							0.01	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00			
		0.16	0.15	0.26	0.18	0.14	0.32										0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00			
V7 - 10	gypsum board (1.25cm) - screwed - inclusive joint filler	0.47	0.50	0.97	0.05	0.04	0.09							0.02	0.01	0.03	0.01	0.00	0.00	0.02	0.02	0.04	0.02	0.02			
		0.43	0.46	0.90	0.05	0.04	0.09										0.01	0.00	0.00	0.02	0.02	0.04	0.02	0.02			
		0.53	0.53	0.96	0.00	0.00	0.00										0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00			
		0.50	0.51	0.91	0.00	0.00	0.00										0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00			
V1 - 10	gypsum blocks 5 cm + gypsum putty (afwerkingsplamuur)	1.13	0.39	1.46	0.18	0.13	0.24							0.01	0.01	0.02	0.03	0.22	0.25	0.11	0.00	0.10	0.00	0.07			
		1.09	0.29	1.38	0.18	0.13	0.21										0.03	0.22	0.25	0.10	0.07	0.10	0.07	0.07			
		0.93	0.52	0.95	0.00	0.00	0.01										0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00			
		0.91	0.51	0.92	0.00	0.00	0.00										0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00			
	<b>WALL INTERNAL FINISHES - SUPPORT STRUCTURE FOR CLON</b>																										
	<b>WOODEN support structure for boards (Belgian mix)</b>	0.13	0.36	0.49	0.00	0.00	0.01										0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00			
		0.07	0.20	0.35	0.00	0.00	0.01										0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00			
		0.06	0.07	0.14	0.00	0.00	0.00										0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00			
	<b>WALLS EXTERNAL WALLS</b>																										
	<b>EXTERNAL WALL - PRIMARY PART</b>																										
11.1F12(D6) - 14	loadbearing building clay bricks - bricklaid (290x140x100)	4.24	2.10	6.42	0.60	0.44	1.04										0.10	0.76	0.96	0.15	0.11	0.20	0.04	0.04			
		3.73	1.92	5.65	0.52	0.38	0.90										0.09	0.64	0.73	0.13	0.09	0.22	0.03	0.03			
		0.51	0.20	0.77	0.08	0.06	0.14										0.02	0.12	0.13	0.02	0.02	0.04	0.01	0.01			
11.1F12(D6) - 20	loadbearing building insulating clay bricks - bricklaid (290	3.20	1.64	4.85	0.46	0.33	0.79										0.08	0.58	0.66	0.11	0.08	0.20	0.03	0.03			
		2.69	1.38	4.07	0.38	0.27	0.65										0.06	0.46	0.52	0.09	0.07	0.19	0.02	0.02			
		0.51	0.26	0.77	0.08	0.06	0.14										0.02	0.12	0.13	0.02	0.02	0.04	0.01	0.01			
11.1F11(D6) - 20	loadbearing sand-lime bricks - glued (290 x 140 x 150)	2.76	1.41	4.16	1.42	1.03	2.46										0.13	0.95	1.08	0.19	0.13	0.32	0.05	0.05			
		2.63	1.33	3.93	1.39	1.01	2.40										0.12	0.91	1.03	0.18	0.13	0.31	0.05	0.05			
		0.17	0.08	0.25	0.03	0.02	0.04										0.01	0.04	0.04	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00			
11.1F12(D6) - 10	loadbearing hollow concrete blocks - bricklaid (290x140x100)	4.21	2.21	6.43	0.78	0.56	1.34										0.13	0.96	1.10	0.19	0.14	0.33	0.05	0.05			

**Figuur 35: Ter illustratie: schermafdruck van de Databank Verwerkte Materialen voor de buitenwand met overzicht van een deel van de verschillende verwerkte materialen en hun overeenkomstige milieu-impact, uitgedrukt als geaggregeerde resultaten (in euro per eenheid verwerkt materiaal) voor de CEN en CEN+ indicatoren en voor het totaal, opgedeeld per levenscyclusfase.**

#### 4.4.3 Databank Schoonmaak en onderhoud

Zoals in [paragraaf 4.4.2](#) reeds vermeld werd, vereisen de verwerkte materialen uit de Databank Verwerkte Materialen tijdens hun gebruiksfase vaak een specifieke schoonmaak (vb. stofzuigen en/of dweilen van vloeren of verwijderen van plekken op muren) en/of specifiek onderhoud (vb. herstellen van kapotte houten gevelplanken of opnieuw behandelen van een houten vloer met boenwas). De koppeling tussen dit benodigde onderhoud en/of schoonmaak en het verwerkt materiaal vindt plaats in de Databank Verwerkte Materialen (zie [paragraaf 4.4.2](#) en [Figuur 33](#)). De berekening van de overeenkomstige milieu-impact van de specifieke schoonmaak- en onderhoudsprocessen, echter, gebeurt in de Databank Schoonmaak en Onderhoud (DB\_CIMaProces).

In deze databank worden de schoonmaak- en onderhoudsprocessen, die opgenomen zijn in de Databank Verwerkte Materialen, opgelijst per gebouwelement en vervolgens opgedeeld in verschillende subactiviteiten, inclusief de verschillende materialen, die verbruikt worden (vb. “water” en “allesreiniger” voor het dweilen van een vloer of “manueel verwijderen van planken”, “houten planken” en “nagels” voor het groot onderhoud (herstellingen) van houten gevelbeplanking) (zie tweede en vierde kolom in [Figuur 36](#)). Vervolgens wordt elk van de subactiviteiten gekoppeld aan een specifieke materiaal- of procesrecord uit de “Databank Materialen” (zie [paragraaf 4.3.2](#)), die alle achterliggende LCI-data omvat (zie vijfde kolom in [Figuur 36](#)). Daarna worden de benodigde hoeveelheden van elk van de subactiviteiten per eenheid verwerkt materiaal berekend door twee ratio's, i.e. eenheid Ecoinvent / eenheid dosering en eenheid dosering / eenheid verwerkt materiaal, met elkaar te vermenigvuldigen (zie kolommen 6 tot 9 en kolom 12 in [Figuur 36](#)). Tot slot wordt nog voor de schoonmaakprocessen de frequentie, uitgedrukt in aantal keer per jaar, weergegeven, om op die manier de benodigde hoeveelheden per jaar en per eenheid verwerkt materiaal te bekomen.

Beschrijving schoonmaak- of onderhoudsproces	Eenheid verbruik	deelactiviteit	Economet record	eenheid Economet	eenheid doelmatig	ratio 1 eenheid Economet/ eenheid doelmatig	ratio 2 aantal keer per jaar	bron aantal keer per jaar	totale hoeveelheid aantal Economet (eenheid verbruik materiaal)
wand	cleaning - internal finishing - cleaning with water and soap	m²	water	Tap water, at user/ER U, H	kg	1	1.000	0.000	0.000
wand	cleaning - system wall full panel - cleaning with water and soap	m²	all-purpose cleaner	All purpose cleaner	kg	1	1.000	0.001	0.001
buikruimte	cleaning - windows and doors - cleaning with water and soap	m²	water	Tap water, at user/ER U, H	kg	1	1.000	0.000	0.000
buikruimte	cleaning - external finishing - dusting	m²	all-purpose cleaner	All purpose cleaner	kg	1	1.000	0.001	0.001
dak	cleaning - roof finishing - cleaning with water jet	m²	dusting	no impact	kg	1	0.000	0.000	0.000
vloer	cleaning - floor finishing - vacuuming	m²	high-pressure water	high pressure cleaning	kg	0.0002779	60.000	0.000	0.017
vloer	cleaning - floor finishing - vacuuming + cleaning with water and soap	m²	vacuuming	Vacuum cleaning	m³	1	1.000	0.000	1.000
vloer	cleaning - floor finishing - laminate	m²	water	Tap water, at user/ER U, H	kg	1	1.000	0.000	0.000
vloer	cleaning - staircase - vacuuming - step	step	all-purpose cleaner	All purpose cleaner	kg	1	1.000	0.001	0.001
vloer	cleaning - staircase - vacuuming - riser board	step	vacuuming	Vacuum cleaning	m³	1	0.240	0.240	0.240
vloer	cleaning - staircase - vacuuming - nosing	step	vacuuming	Vacuum cleaning	m³	1	0.180	0.180	0.180
vloer	cleaning - staircase - vacuuming	step	vacuuming	Vacuum cleaning	m³	1	0.240	0.240	0.240
vloer	cleaning - staircase - cleaning with water and soap - steps	step	vacuuming	Vacuum cleaning	m³	1	0.420	0.420	0.420
vloer	cleaning - staircase - cleaning with water and soap - steps	step	water	Tap water, at user/ER U, H	kg	1	1.000	0.000	0.000
vloer	cleaning - staircase - cleaning with water and soap - steps	step	all-purpose cleaner	All purpose cleaner	kg	1	1.000	0.001	0.001

**Figuur 36: Ter illustratie: schermafdruk van de Databank Schoonmaak en Onderhoud met overzicht van een deel van de verschillende schoonmaak- en onderhoudsprocessen per gebouwelement, alsook de overeenkomstige functionele eenheid, deelactiviteiten en (materiaal/proces)records, berekening van de benodigde hoeveelheden per functionele eenheid en frequentie (uitgedrukt in aantal keer per jaar).**

Voor elk van de subactiviteiten wordt vervolgens, gebruik makend van de opgelijste materiaal- en/of procesrecords en hun benodigde hoeveelheden, de overeenkomstige milieu-impact berekend. Hiervoor wordt de onderstaande redenering gevolgd.

De effecten van de schoonmaak worden berekend via de som van de effecten van alle schoonmaakproducten en subactiviteiten volgens de formule:

$$i_{C,SchM} = \sum_{\text{schoonmaakprod}} (i_{C,SchMP} * v_{SchMP})$$

Hierbij wordt het verbruik van producten per eenheid verwerkt materiaal voor alle schoonmaakbeurten gedurende een heel jaar voorgesteld door het symbool  $v_{SchMP}$ , terwijl het

symbool  $i_{C,SchM}$  de milieu-impact van de schoonmaak per jaar vertegenwoordigt. Deze impact wordt desgevallend berekend als het product van de input per beurt en het aantal schoonmaakbeurten per jaar. Water wordt behandeld als elk ander materiaal gebruikt bij schoonmaken. Als voorbeeld kan het reinigen van een tegelvloer aangehaald worden. Hiervoor zijn de volgende gegevens nodig: enerzijds de hoeveelheid stofzuigen, allesreiniger en water per m² vloer en per beurt en anderzijds het aantal beurten per jaar.

Voor klein en groot onderhoud gelden dezelfde principes. De totale milieu-impact van het onderhoud wordt berekend door de som van de effecten van alle subactiviteiten en benodigde materialen volgens de formule:

$$i_{C,Onderh} = \sum_{\text{MatOnderh}} (i_{C,MatOnderh} * v_{MatOnderh})$$

Ook hier wordt het verbruik van materialen (symbool  $v_{MatOnderh}$ ), gebruikt bij vervangingen en herstellingen, per eenheid verwerkt materiaal als input gegeven, tesamen met de milieu-impact

per beurt van het onderhoud (symbool  $i_{C,Onderh}$ ). Als voorbeeld kan hier een herschilderbeurt van een wand aangehaald worden. Hiervoor zijn de volgende gegevens nodig: de hoeveelheid water en ontvettingsproduct per m² wand en per beurt en de hoeveelheid verf per m² wand en per beurt (geen milieueffecten van energie-input, want manuele behandeling).

De gegevens in deze databank gelden dus voor één jaar schoonmaken of voor één kleine of grote onderhoudsbeurt. Deze gegevens worden enkel op elementniveau ingerekend.

De bekomen resultaten worden, analoog aan de andere databanken, per milieu-indicator weergegeven onder de vorm van karakterisatie- (uitgedrukt in verschillende eenheden, afhankelijk van de gebruikte impactanalysemethode) en gemonetariseerde resultaten



(uitgedrukt in euro per eenheid verwerkt materiaal). Zowel de resultaten voor de individuele subactiviteiten van de schoonmaak- of onderhoudsoperatie (zie lichtgrijze rijen in [Figuur 37](#)), als de totale milieu-impact per indicator voor de gehele schoonmaak- of onderhoudsoperatie (zie donkergrijze rijen in [Figuur 37](#)), gerelateerd aan de beschouwde verwerkte materialen, worden in de databank weergegeven. Tot slot wordt nog per verwerkt materiaal een overzicht van de geaggregeerde resultaten voor het geheel van CEN en CEN+ indicatoren en hun totaal (uitgedrukt in euro per eenheid verwerkt materiaal) als samenvatting weergegeven (zie single scores in [Figuur 37](#)).

Show only proces	4	5	6	1a_mon+1b_mon	5_mon	13a_mon	13b	14	1 to 7_mon	8_mon to 14	11
Show all details	ECO COST INDICATOREN								SINGLE SCORES		
Schoonmaak- of onderhoudsproces	Carakterisatie								CEN	CEN+	A
	CEN INDICATOREN				CEN+ INDICATOREN						
	Eutrophication	Photochemical oxidation	Abiotic depletion - non fossils	Eutrophication	Photochemical oxidation	Natural land transformation without rain forest	Transformation tropical rain forest	Water depletion	subtotaal	subtotaal	T
	kg PO4— eq	kg C2H4	kg Sb eq	euro/eenheid	euro/eenheid	euro/eenheid	euro/eenheid	euro/eenheid	euro/eenheid	euro/eenheid	euro/eenheid
	19	20	21								
internal finishing - cleaning with water and soap	0.000	0.000	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.000	0.000	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
system wall full panel - cleaning with water and soap	0.000	0.000	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.000	0.000	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
windows and doors - cleaning with water and soap	0.000	0.000	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.000	0.000	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
external finishing - dusting	0.000	0.000	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.000	0.000	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
roof finishing - cleaning with water jet	0.000	0.000	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.000	0.000	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
floor finishing - vacuuming	0.001	0.000	0.000	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.05	0.03	0.00
	0.000	0.000	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
floor finishing - vacuuming + cleaning with water and soap	0.002	0.000	0.000	0.07	0.05	0.00	0.00	0.00	0.23	0.14	0.00
	0.000	0.000	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.000	0.000	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
floor finishing - laminate	0.001	0.000	0.000	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.05	0.04	0.00
	0.000	0.000	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.000	0.000	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
staircase - vacuuming - step	0.000	0.000	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00
	0.000	0.000	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
staircase - vacuuming - rise board	0.000	0.000	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00
	0.000	0.000	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
staircase - vacuuming - nosing	0.000	0.000	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.000	0.000	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
staircase - vacuuming	0.000	0.000	0.000	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.01	0.00
	0.000	0.000	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
staircase - cleaning with water and soap - steps	0.001	0.000	0.000	0.02	0.02	0.00	0.00	0.00	0.06	0.04	0.00
	0.000	0.000	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.000	0.000	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
concrete staircase - cleaning with water and soap - open s	0.000	0.000	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00
	0.000	0.000	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.000	0.000	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

**Figuur 37: Ter illustratie: schermafdruck van de Databank Schoonmaak en Onderhoud met overzicht van een deel van de verschillende schoonmaak- en onderhoudsprocessen en een deel van hun overeenkomstige milieu-impact per milieu-indicator, uitgedrukt als karakterisatiereultaten (verschillende eenheden per indicator), gemonetariseerde resultaten (in euro per eenheid verwerkt materiaal) en geaggregeerde resultaten (in euro per eenheid verwerkt materiaal).**  
De lichtgrijze rijen geven de resultaten per subactiviteit, de donkergrijze rijen geven de resultaten voor het gehele schoonmaak- of onderhoudsproces.

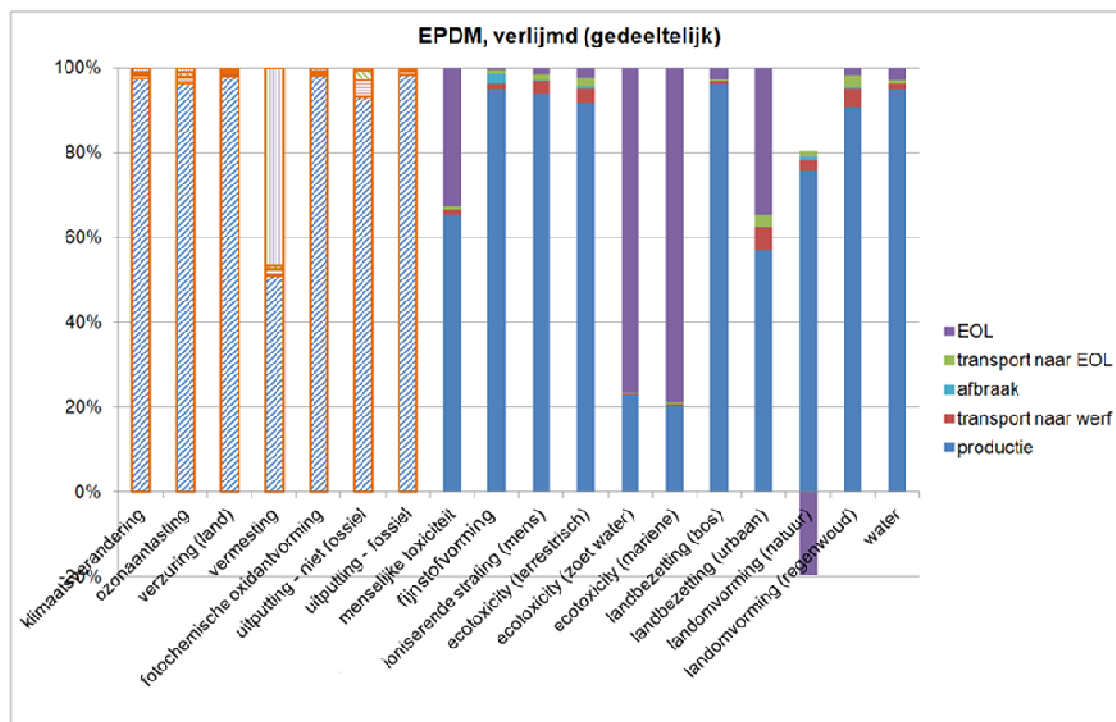
#### 4.4.4 Visualisatie van de resultaten op verwerkt materiaalniveau

Zoals vermeld in [paragraaf 4.3.6](#), wordt voor de visualisatie van de resultaten op materiaalniveau gebruik gemaakt van twee types grafieken. Op verwerkt materiaalniveau worden deze twee types van grafieken opnieuw gebruikt voor de visualisatie van de resultaten. Maar op dit niveau worden bijkomend nog twee andere types van grafieken toegevoegd.

De vier types van grafieken op verwerkt materiaalniveau worden hieronder kort beschreven en telkens geïllustreerd met een voorbeeld.

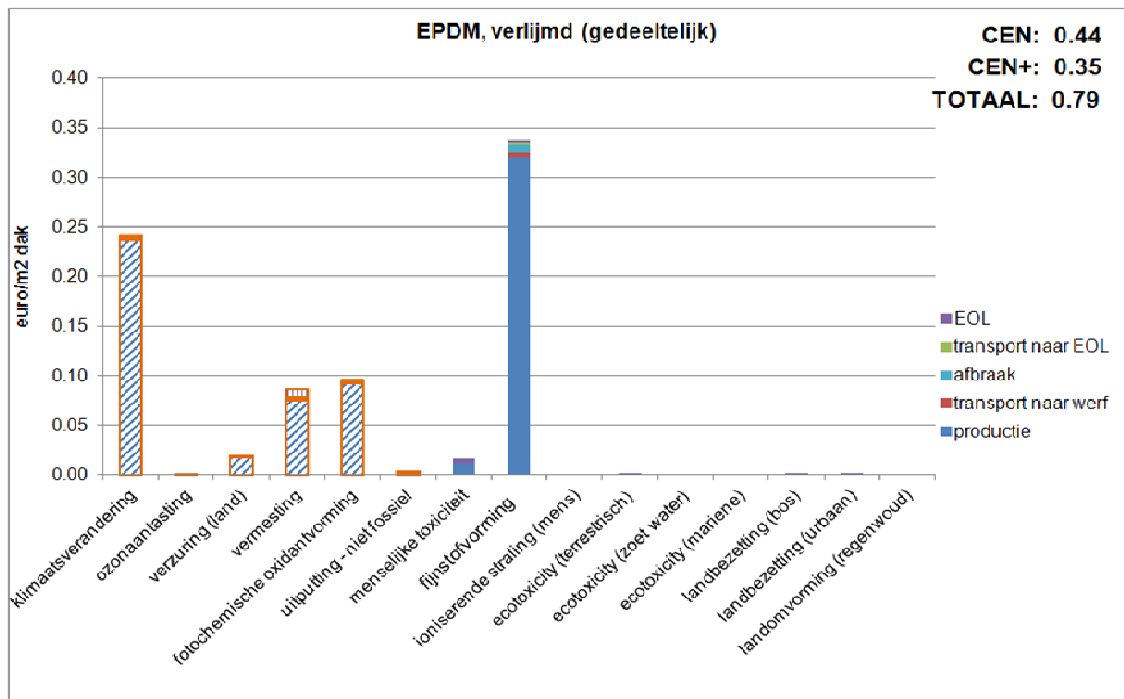
Analoog aan de resultaten op materiaalniveau, geeft een eerste type van grafieken een beeld van de relatieve bijdrage per eenheid verwerkt materiaal van de verschillende levenscyclusfasen van het verwerkt materiaal aan de 18 individuele milieu-indicatoren (op basis van de karakterisatiereultaten, uitgedrukt in verschillende eenheden per milieu-indicator) (zie [Figuur 38](#)). De relatieve bijdrage van elke levenscyclusfase wordt voor elke individuele indicator weergegeven op een schaal van 100 %. Op deze manier kan nagegaan worden welke fase(n) binnen de levenscyclus van het beschouwde verwerkte materiaal de belangrijkste bijdrage levert/leveren aan elk van de individuele milieu-indicatoren. De levenscyclusfasen, die op verwerkt materiaalniveau geanalyseerd worden, zijn dezelfde als deze op materiaalniveau, i.e. productie, transport van fabriek tot werf, transport van werf tot EOL en EOL-behandeling,

aangevuld met de milieu-impact gerelateerd aan de afbraakfase. Ondanks het feit dat binnen de “Databank Verwerkte Materialen” ook de milieu-impact van de energiedragers (zie [paragraaf 4.3.4.1](#)) en de benodigde schoonmaak- en onderhoudsprocessen (zie [paragraaf 4.4.3](#)) opgenomen is, worden deze fasen in de analyse op verwerkt materiaalniveau buiten beschouwing gelaten. Dit komt, omdat beide zaken gerelateerd zijn aan de gebruiksfase van de verwerkte materialen en deze fase enkel in rekening gebracht wordt op elementniveau (zie [paragraaf 4.5](#) voor meer details). Ook in deze grafieken worden de resultaten voor de CEN indicatoren weergegeven onder vorm van gearceerde balkjes, terwijl de resultaten voor de CEN+ indicatoren weergegeven worden onder vorm van volledig gekleurde balkjes.



**Figuur 38:** Voorbeeld van de visualisatie van de resultaten op verwerkt materiaalniveau: weergave van de milieu-impact van 1 m<sup>2</sup> gedeeltelijk verlijmd EPDM dakmembraan, uitgedrukt per individuele milieu-indicator (X-as) en opgedeeld volgens de relatieve bijdrage van de verschillende levenscyclusfasen (i.e. productie, transport van fabriek tot werf, afbraak, transport van werf tot EOL en EOL-behandeling; zie legende; uitgedrukt in % per eenheid verwerkt materiaal) (Y-as). De resultaten voor de CEN indicatoren (i.e. eerste 7 indicatoren op de Y-as) worden weergegeven onder de vorm van gearceerde balkjes, de resultaten voor de CEN+ indicatoren (i.e. laatste 11 indicatoren op de Y-as) worden weergegeven onder de vorm van volledig gekleurde balkjes.

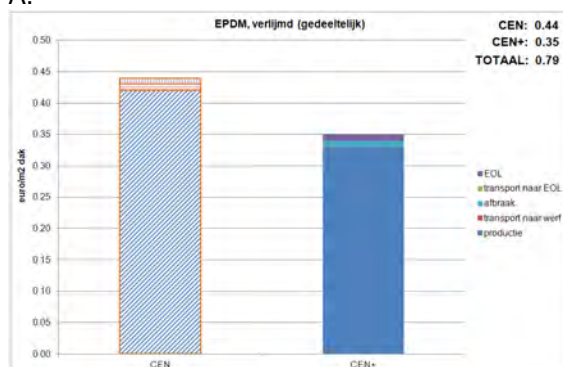
Om naast het relatieve belang van de individuele levenscyclusfasen (weergegeven in de eerste grafiek; [Figuur 38](#)) ook een beeld te kunnen krijgen van het relatieve belang van de verschillende milieu-indicatoren en om op die manier na te kunnen gaan welke van de indicatoren een significante bijdrage levert/leveren aan de totale milieu-impact van het beschouwde verwerkt materiaal, worden in een tweede type grafiek de absolute bijdragen van de 16 monetariseerbare milieu-indicatoren weergegeven op basis van hun gemonetariseerde resultaten (uitgedrukt in euro per eenheid verwerkt materiaal) (zie [Figuur 39](#)). De absolute bijdrage van de vijf levenscyclusfasen van het verwerkt materiaal wordt eveneens grafisch geïllustreerd. Opnieuw worden de resultaten voor de CEN indicatoren getoond onder vorm van gearceerde balkjes, terwijl de resultaten voor de CEN+ indicatoren getoond worden onder vorm van volledig gekleurde balkjes. De totaalscore voor de CEN en CEN+ indicatoren en voor alle indicatoren samen (uitgedrukt in euro per eenheid verwerkt materiaal) wordt als bijkomende informatie in de rechterbovenhoek van de grafiek weergegeven.



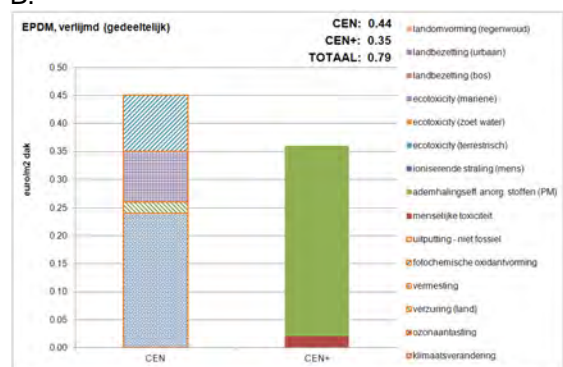
**Figuur 39:** Voorbeeld van de visualisatie van de resultaten op verwerkt materiaalniveau: weergave van de absolute milieu-impact van 1 m² gedeeltelijk verlijmd EPDM dakmembraan, uitgedrukt in euro per eenheid verwerkt materiaal (hier 1 m² plat dak) en per individuele milieu-indicator (X-as) en opgedeeld volgens de absolute bijdrage van de verschillende levenscyclustfasen (i.e. productie, transport van fabriek tot werf, afbraak, transport van werf tot EOL en EOL-behandeling; zie legende; eveneens uitgedrukt in euro per eenheid verwerkt materiaal) (Y-as).

De resultaten voor de CEN indicatoren (i.e. eerste 6 indicatoren op de Y-as) worden weergegeven onder de vorm van gearceerde balkjes, de resultaten voor de CEN+ indicatoren (i.e. laatste 10 indicatoren op de Y-as) worden weergegeven onder de vorm van volledig gekleurde balkjes. In de rechterbovenhoek van de grafiek worden de geaggregeerde scores (uitgedrukt in euro per eenheid verwerkt materiaal) voor de CEN en CEN+ indicatoren en voor de totale milieu-impact van het beschouwde verwerkt materiaal weergegeven.

A.



B.



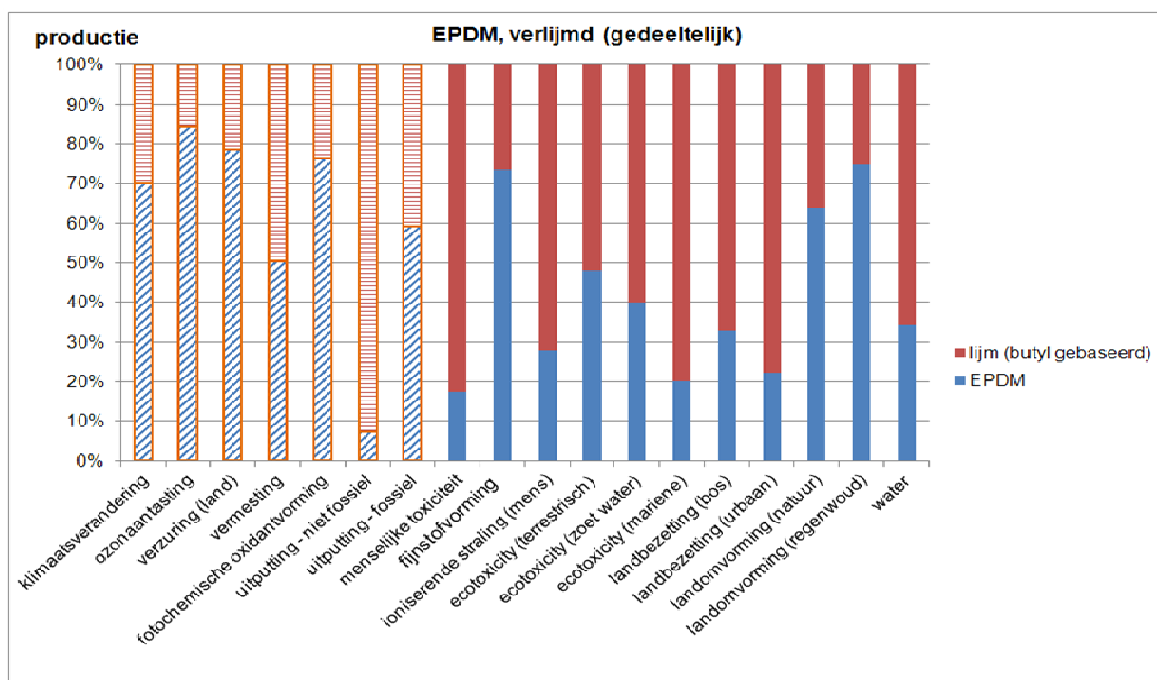
**Figuur 40:** Voorbeeld van de visualisatie van de resultaten op verwerkt materiaalniveau: weergave van de absolute milieu-impact van 1 m² gedeeltelijk verlijmd EPDM dakmembraan, uitgedrukt voor alle CEN en CEN+ indicatoren, met opdeling per levenscyclustfase (i.e. productie, transport van fabriek tot werf, afbraak, transport van werf tot EOL en EOL-behandeling; zie grafiek A) of per individuele milieu-indicator (zie grafiek B). De resultaten voor de CEN indicatoren worden weergegeven onder de vorm van gearceerde balkjes, de resultaten voor de CEN+ indicatoren worden weergegeven onder de vorm van volledig gekleurde balkjes. In de rechterbovenhoek van de grafiek worden de geaggregeerde scores (uitgedrukt in euro per eenheid verwerkt materiaal) voor de CEN en CEN+ indicatoren en voor de totale milieu-impact van het beschouwde verwerkt materiaal weergegeven.

De grafiek met de absolute bijdragen van de verschillende milieu-indicatoren en levenscyclustfasen aan de totale milieu-impact van het beschouwde verwerkte materiaal tijdens de vijf hier beschouwde levenscyclustfasen (i.e. productie, transport naar werf, afbraak, transport naar EOL en EOL) kan ook nog onder de vorm van een derde type van grafiek weergegeven worden (zie [Figuur 40](#)). Het betreft hier een weergave van de absolute bijdrage



van alle CEN en alle CEN+ indicatoren (uitgedrukt in euro per eenheid verwerkt materiaal) met hierin een opdeling volgens absolute bijdrage per levenscyclusfase (grafiek A in Figuur 40) of per individuele milieu-indicator (grafiek B in Figuur 40). De cijfermatige weergave van de absolute bijdrage van de CEN en CEN+ indicatoren en de totaalscore (telkens uitgedrukt in euro per eenheid verwerkt materiaal) is in deze grafiek eveneens in de rechterbovenhoek te vinden.

Vermits de verwerkte materialen opgebouwd worden uit één of meerdere individuele materialen, kan voor elk van de verwerkte materialen nagegaan worden welke van de samenstellende materialen de belangrijkste bijdrage levert/leveren aan de totale milieu-impact van het verwerkt materiaal. Deze relatieve bijdrage van de individuele samenstellende materialen per eenheid verwerkt materiaal wordt grafisch geïllustreerd in een vierde en laatste type van grafieken (zie Figuur 41). Belangrijk hierbij is dat deze analyse enkel per individuele levenscyclusfase (i.e. productie, transport van fabriek tot werf, afbraak, transport van werf tot EOL en EOL-behandeling) uitgevoerd kan worden. Bijgevolg resulteert deze analyse in vijf aparte grafieken. Voor het opstellen van deze grafieken wordt gebruik gemaakt van de individuele scores per milieu-indicator (i.e. karakterisatieresultaten, uitgedrukt in verschillende eenheden), waarbij telkens de relatieve bijdrage van de samenstellende materialen uitgedrukt wordt op een schaal van 100 %. Net als in de andere grafieken, worden de resultaten voor de CEN indicatoren getoond onder vorm van gearceerde balkjes, terwijl de resultaten voor de CEN+ indicatoren getoond worden onder vorm van volledig gekleurde balkjes.



**Figuur 41:** Voorbeeld van de visualisatie van de resultaten op verwerkt materiaalniveau: weergave van de milieu-impact van 1 m<sup>2</sup> gedeeltelijk verlijmd EPDM dakmembraan voor de productiefase, uitgedrukt per individuele milieu-indicator (X-as) en opgedeeld volgens de relatieve bijdrage van de verschillende samenstellende materialen (i.e. EPDM en lijm (butylgebaseerd); zie legende; uitgedrukt in % per eenheid verwerkt materiaal) (Y-as).

De resultaten voor de CEN indicatoren (i.e. eerste 7 indicatoren op de Y-as) worden weergegeven onder de vorm van gearceerde balkjes, de resultaten voor de CEN+ indicatoren (i.e. laatste 11 indicatoren op de Y-as) worden weergegeven onder de vorm van volledig gekleurde balkjes.

Een detailbespreking van de resultaten van een selectie van tien representatieve verwerkte materialen wordt weergegeven in [Hoofdstuk 6](#).

## 4.5 Databank Elementen

In deze paragraaf wordt via formules de opbouw van de databank met milieugegevens op elementniveau toegelicht. Deze bouwt verder op de hoger beschreven en geïllustreerde redenering. Om de formules leesbaar te houden worden ze kort hernomen zonder illustraties wat betreft “verwerkte materialen” en daarna aangevuld op niveau “elementen”.

### 4.5.1 Samenvatting voorbereidende Databank Verwerkte Materialen

#### 4.5.1.1 Milieu-indicatoren en monetarisatie

Milieu-indicatoren worden voorgesteld door  $i_c$ . Dit wil zeggen de indicator ( $i$ ) voor milieucategorie ( $c$ ). Indicatoren zullen steeds op dezelfde manier gegroepeerd worden in CEN en CEN+. Een aantal zijn extra geselecteerd om te kunnen monetariseren.

Gemonetariseerde indicatoren zijn als volgt bepaald:

$$I_{Mon,CEN} = \sum_{CEN} (i_c * m_c)$$

$$I_{Mon,CEN+} = \sum_{CEN+} (i_c * m_c)$$

Hierbij is  $m_c$  het monetariseringsgetal voor categorie c en onder het somteken wordt aangegeven of men sommeert over al de CEN of al de CEN+ categorieën.

#### 4.5.1.2 Basisdatabank uit Ecoinvent (via Simapro)

Uit Ecoinvent worden de indicatoren geëxtraheerd voor de ‘energietransformatie’, ‘uitgravingen’, ‘transport’ en ‘materialen productie tot “gate”’ en aangepast aan de Belgische situatie. Voor de effecten tot aan de ‘gate’ worden de Zwitserse energie-inputs herrekend naar Europese (één energieniveau diep).

Voor een aantal materialen verschilt de situatie van de veronderstellingen van Ecoinvent, bijvoorbeeld:

- Hout: gemiddelde transportsceario’s voor loof- en naaldhout, zoals gebruikt in België worden ingerekend.
- Blauwe hardsteen: transportsceario voor steen uit Azië is anders dan voor steen uit Wallonië.

De resulterende indicatoren worden voorgesteld door volgend symbool:  $i_{c,PROD}$ . Er wordt naar deze indicatoren verwezen als een eerste databank: ‘verbelgischte’ Ecoinvent data. Als Ecoinvent een update uitbrengt, moeten al de herrekeningen naar de Belgische situatie opnieuw gebeuren.

#### 4.5.1.3 Basisdatabank voor Belgische materialen

Om op een onderbouwde manier keuzes te kunnen maken tussen verschillende materialen in België dient men verder te kijken dan de effecten tot aan de ‘fabriekspoort’ in België:

- De materialen zullen vervoerd worden naar de werf (rechtstreeks of via tussenhandel).
- Op het einde van hun eerste gebruiksfase zullen ze een behandeling ondergaan: hergebruik, recyclage, verbranden, verbranden met warmteterugwinning of storten. Verder kortweg EOL-behandeling (End Of Life) genoemd. Dit gaat gepaard met transporten: naar stortplaats, naar recyclagebedrijf, naar verbrandingsoven.

Om deze bijkomende berekeningen te kunnen maken, wordt opnieuw een beroep gedaan op basisgegevens van Ecoinvent.

In de databank i.v.m. de transportprocessen zijn de milieu-indicatoren per tonkm voor alle beschouwde voertuigen (symbool: v) te vinden:  $i_{c,v}$ .

Daarnaast zijn er milieu-indicatoren per materialengroep voor:

- Afbraak:  $i_{c,AFBR}$  (voorlopig slechts één materialencategorie)
- Sorteren:  $i_{c, SORT}$
- Storten:  $i_{c, STORT}$
- Verbranden:  $i_{c, VERBR}$

In wat volgt wordt eerst de integratie van het initieel transport en daarna van de EOL-behandeling besproken.

#### 4.5.1.4 Scenario's initieel transport

Voor de 12 gedefinieerde materiaalcategorieën en de bijhorende scenario's voor het initieel transport (zie Tabel 3 in Hoofdstuk 2 en Tabel 11 in paragraaf 4.3.5.1), worden de volgende symbolen gedefinieerd:

- Gewichtsfractie, die een bepaalde transportroute (symbool: t) volgt (de route rechtstreeks of (voor de complementaire fractie) de route via de tussenhandel):  $(f_{w,t})$
- Voor elk transport (symbool t) wordt aangegeven welke fractie met welk voertuig (symbool v) getransporteerd wordt:  $(f_{t,v})$
- Voor elk transport wordt de afstand (symbool: a) aangegeven:  $(a_t)$

Het aantal tonkilometer initieel transport ( $TK_{int,v}$ ) transport met één voertuig (v) is de som over de 3 trajecten (fabriek-werf, fabriek-handel, handel-werf) van de afstanden vermenigvuldigd met het product van de gewichtsfracties (bvb van de fractie die rechtstreeks naar de werf gaat wordt een deelfractie met een lichte vrachtwagen getransporteerd), dus:

$$TK_{int,v} = \sum_{t=1}^3 (f_{w,t} * f_{t,v} * a_t)$$

In de databank i.v.m. de transportprocessen zijn de milieu-indicatoren per tonkm voor alle beschouwde voertuigen te vinden:  $i_{c,v}$ . Per milieu-indicator kan men sommeren over alle voertuigen (v) om de indicatoren voor het totale transport te bekomen:

$i_{c,inittrans} = \sum_v (i_{c,v} * TK_{int,v})$ . Dit levert een databank op met milieueffecten per categorie (12 materiaalcategorieën) voor het initieel transport.

#### 4.5.1.5 Scenario's EOL inclusief transport

Er zijn 26 categorieën van materialen gedefinieerd, die elk een ander EOL scenario volgen (zie Tabel 4 in Hoofdstuk 2 en Tabel 12 in paragraaf 4.3.5.2). Deze verschillen wat betreft:

- Al dan niet sorteren op werf
- Transport (naar EOL- behandeling, eventueel via sorteerbedrijf)
- EOL- behandeling zelf (hergebruik, recyclage, verbranding met warmteterugwinning, verbranden, storten)

Ook hier worden symbolen gedefinieerd om de invoerparameters voor te stellen:

- Fractie gesorteerd op werf of niet (=complement), beide in het algemeen voorgesteld door:  $f_{sw}$
- Fractie, die een specifieke EOL behandeling ondergaat, alle in het algemeen voorgesteld door:  $f_{EOL}$
- Voor elke route is er een gemiddelde transportafstand  $a_{t,EOL}$
- Voor elk transport voor EOL (symbool tEOL) wordt aangegeven welke fractie met welk voertuig (symbool v):  $(f_{tEOL,v})$

Het betreft uiteraard dezelfde voertuigcategorieën als gebruikt voor het initieel transport (zware vrachtwagen, lichte vrachtwagen, ...)

Opnieuw is het aantal tonkilometer transport voor EOL ( $TK_{EOL,v}$ ) met één voertuig (v) de som over de trajecten van de afstanden vermenigvuldigd met het product van de gewichtsfracties

(de fractie die een bepaald traject volgt wordt vermenigvuldigd met de fractie die voor dat traject via een bepaald voertuig gebeurt), dus:

$$TK_{EOL,v} = \sum_{trajecten} (f_{EOL} * f_{tEOL,v} * a_{t,EOL})$$

In de databank i.v.m. de transportprocessen zijn de milieu-indicatoren per tonkm voor alle beschouwde voertuigen te vinden (zelfde gegevens als hoger gebruikt voor initieel transport):

$$i_{c,v}$$

Per milieu indicator kan men sommeren over alle voertuigen (v) om de indicatoren voor het totale transport te bekomen:

$$i_{c,EOLTrans} = \sum_v (i_{c,v} * TK_{EOL,v})$$

Voor de EOL- behandeling zelf is de fractie die deze ondergaat hoger reeds beschreven (of ze nu op de werf gesorteerd werd of niet), maar dient het milieueffect voor de behandeling zelf nog ingerekend te worden. De invoergegevens over welke fracties voor een bepaalde EOL-categorie een bepaalde behandeling ondergaan, worden weergegeven door volgende symbolen:  $f_{EOL}$ . Bijvoorbeeld welke fractie van houtproducten wordt hergebruikt, gerecycleerd, verbrand met warmteterugwinning, verbrand of gestort.

$$\text{Vandaar de milieu-indicatoren: } i_{c,EOL} = \sum_{EOL\text{ behandeling}} (i_c * f_{EOL})$$

Dit levert een databank op met milieueffecten per categorie (26 EOL-categorieën) voor de EOL-processen.

#### 4.5.1.6 Databank 'Materialen PLUS'

Alle milieueffecten, die een gevolg zijn van de keuze voor een materiaal in de Belgische context, zijn de som van milieueffecten in de verschillende fasen:

- Productie (to 'gate'), d.w.z de verbelgischte Ecoinventgegevens
- Initieel transport
- EOL transport
- EOL behandeling

Per milieueffect heeft men de volgende somformule:

$$i_{c,MPlus} = i_{c,PROD} + i_{c,IntTrans} + i_{c,EOLTrans} + i_{c,EOL}$$

Uiteraard kan men de indicatoren voor elk milieueffect in de geselecteerde eenheden beschouwen of gemonetariseerd en, zo gewenst, gesommeerd volgens de hoger aangegeven formules.

#### 4.5.1.7 Scenario's schoonmaak, klein en groot onderhoud

De effecten van de schoonmaak komen overeen met de som van de schoonmaakproducten:

$$i_{c,SchM} = \sum_{schoonmaakprod} (i_{c,SchMP} * v_{SchMP})$$

Waarbij het verbruik van producten per eenheid verwerkt materiaal voor alle schoonmaakbeurten gedurende een heel jaar voorgesteld worden door  $v_{SchMP}$ . Deze worden desgevallend berekend als het product van de input per beurt en het aantal schoonmaakbeurten per jaar. Water wordt behandeld als elk ander materiaal gebruikt bij schoonmaken. Bijvoorbeeld: tapijtreiniger per m<sup>2</sup> kamerbreed tapijt en per beurt en aantal beurten per jaar.

Voor 'klein' en 'groot' onderhoud gelden dezelfde principes:

$$i_{c,Onderh} = \sum_{MatOnderh} (i_{c,MatOnderh} * v_{MatOnderh})$$

Ook hier wordt het verbruik van materialen ( $v_{MatOnderh}$ ), gebruikt bij vervangingen en herstellingen per eenheid verwerkt materiaal, als input gegeven, maar dan op basis van 1 onderhoudsbeurt (in plaats van op jaarbasis zoals voor schoonmaken). Bijvoorbeeld een onderhoudsproces, bestaande uit een herschilderbeurt van een wand:

- Water en ontvettingsproduct per m<sup>2</sup> wand en per beurt
- Geen milieueffecten van energie input want manueel (bijvoorbeeld)
- Hoeveelheid verf per m<sup>2</sup> wand en per beurt

De gegevens in deze databank gelden dus voor één jaar schoonmaken of voor één onderhoudsbeurt.

#### 4.5.1.8 Verwerkte materialen

Per definitie bestaat een ‘verwerkt materiaal’ (bijvoorbeeld één m<sup>2</sup> metselwerk) uit een hoofdmateriaal (bijvoorbeeld bakstenen van een bepaald type) en secundaire materialen (bijvoorbeeld metselmortel, spouwankers, voegmortel, ...). Dit verwerkte materiaal zal verder een onderdeel kunnen zijn van een element (bijvoorbeeld een buitenwand bestaat uit een buitenspouwblad in metselwerk, een isolatielaag, een binnenblad in gemetste holle betonblokken, een pleisterlaag en een verflaag). De ‘verwerkte materialen’ worden verder enkel per toepassing in een element besproken.

Voor een verwerkt materiaal beschouwen we de volgende stappen. De hoger besproken indicatoren per milieucategorie worden hierbij vermeld:

- Productie (to ‘gate’):  $i_{c,PROD}$
- Initieel transport:  $i_{c,InitTrans}$
- Afbraak:  $i_{c,AFBR}$
- Transport EOL:  $i_{c,EOLTrans}$
- EOL-behandeling:  $i_{c,EOL}$

Het symbool  $i_{c,m}$  wordt verder gebruikt als ‘algemeen’ symbool dat elk van de hierboven aangegeven indicatoren voorstelt. De milieueffecten bij de opbouw worden verwaarloosd.

Gegevens over schoonmaak per jaar ( $i_{c,SchM}$ ) en klein en groot onderhoud per beurt ( $i_{c,Onderh}$ ) worden opgenomen in de databank, maar slechts op elementniveau gebruikt.

Voor elke milieu-indicator van een verwerkt materiaal ( $i_{c,VM}$ ) kan men schrijven:

$$i_{c,VM} = \sum_{n=1}^{all\ Mat} (i_{c,n} * r_{BIV,n} * r_{EIB,n})$$

Voor elk materiaal, waaruit een “verwerkt materiaal” is opgebouwd, wordt het product gemaakt per indicator van volgende 3 factoren:

- De indicator van het materiaal uit databank ‘Materialen PLUS’ ( $i_{c,MPlus,n}$ )
- De ratio van de Ecoinventdata in het Basismateriaal ( $r_{EIB,n}$ )
- De ratio van het Basismateriaal in het Verwerkte materiaal ( $r_{BIV,n}$ )

Bijvoorbeeld:

Het verwerkte materiaal “gelijmde cellenbetonblokken (600x300x250)” bestaat uit twee materialen: de blokken en de lijm. De milieueffecten worden in Ecoinvent uitgedrukt in kg cellenbeton en kg lijm. In de database worden de gegevens berekend per blok en, zoals in Ecoinvent, per kg lijm.

Dit betekent voor de blokken:

$$i_{c,MPlus,n} * r_{EIB,n} * r_{BIV,n} \rightarrow \frac{effect}{kg} * \frac{kg}{blok} * \frac{blok}{m^2 wand}$$

Met

$$r_{EIB,n} \rightarrow \frac{kg}{blok} \rightarrow \frac{(0.6 * 0.3 * 0.25)m^3}{blok} * 642 \frac{kg}{m^3} = 28.9 kg/blok$$

$$r_{BIV,n} \rightarrow \frac{\text{Blokken}}{m^2 \text{ wand}} \rightarrow \frac{1}{(0.603m * 0.253m)} = 6.55 \frac{\text{blokken}}{m^2 \text{ wand}}$$

$$i_{c,MPlus,n} * r_{BIV,n} * r_{EIB,n} \rightarrow \frac{\text{effect}}{m^2 \text{ wand}} = \frac{\text{Effect}}{kg} * 189.3 \frac{kg}{m^2 \text{ wand}}$$

Voor de lijm:

$$i_{c,MPlus,n} * r_{BIV,n} * r_{EIB,n} \rightarrow \frac{\text{effect}}{kg} * \frac{kg}{m^2 \text{ wand}} * \frac{kg}{kg}$$

$$i_{c,MPlus,n} * r_{BIV,n} * r_{EIB,n} \rightarrow \frac{\text{effect}}{kg} * 5.4 \frac{kg}{m^2 \text{ wand}} * 1 \frac{kg}{kg}$$

Meer expliciet kan men schrijven:

$$i_{c,VM} = \sum_{n=1}^{\text{alle Mat}} r_{BIV,n} * r_{EIB,n} * (i_{c,PROD} + i_{c,InitTrans} + i_{c,AFBR} + i_{c,EOLTrans} + i_{c,EOL})$$

## 4.5.2 Databank Elementen

### 4.5.2.1 Databank Verwerkte Materialen

Volgens de hoger geschetste principes (zie [paragraaf 4.4](#)) wordt een basisdatabank opgebouwd met alle verwerkte materialen, gebruikt bij alle elementen. Zij omvat de volgende indicatoren, waarbij voor de duidelijkheid van de verdere verwerking op elementniveau de letters “VM” voor “Verwerkte Materialen” toegevoegd zijn:

- Productie (to ‘gate’):  $i_{c,PROD,VM}$
- Initieel transport:  $i_{c,InitTrans,VM}$
- Schoonmaak:  $i_{c,SchAM,VM}$  (voor één jaar)
- Klein onderhoud:  $i_{c,KOnderh,VM}$  (voor één beurt)
- Groot onderhoud:  $i_{c,GOnderh,VM}$  (voor één beurt)
- Afbraak:  $i_{c,AFBR,VM}$
- Transport naar EOL:  $i_{c,EOLTrans,VM}$
- EOL-behandeling:  $i_{c,EOL,VM}$

### 4.5.2.2 Effecten van productie en initieel transport

Per verwerkt materiaal zijn binnen de “Databank Elementen” de volgende invoerparameters voorzien:

- frequentie van klein onderhoud:  $n_{KO}$
- frequentie van groot onderhoud:  $n_{GO}$
- frequentie van vervanging:  $n_{VV}$
- tekstveld, dat aangeeft of onderhoud “noodzakelijk” of “esthetisch” is.

Verder dient de ratio van het verwerkte materiaal ingegeven te worden:  $r_{VM}$ .

Voor gelaagde elementen is de ratio gelijk aan 0 (nul) als het “verwerkte materiaal” in het “element” niet aanwezig is. De ratio is gelijk aan 1 als per m<sup>2</sup> element er 1 m<sup>2</sup> verwerkt materiaal is (per m<sup>2</sup> buitenwand bijvoorbeeld: 1 m<sup>2</sup> schilderwerk, 1 m<sup>2</sup> pleisterwerk, 1 m<sup>2</sup> dragende betonblokken, 1 m<sup>2</sup> isolatie van type X, enz.). Indien het basismateriaal in een andere eenheid dan m<sup>2</sup> in de databank zit, moet dit via deze ratio verrekend worden (Bijvoorbeeld: men heeft een dragend binnenblad van 14 cm in situ beton dan is de ratio 0,14 m<sup>3</sup> beton / m<sup>2</sup> wand).

Vandaar de volgende formule voor elke milieucategorie (*c*):

$$I_{c,PRODE} = \sum_{VERWMAT} I_{c,PROD,VM} * TVM$$

Uiteraard kan men ook op elementniveau monetariseren en de gemonetariseerde waarden sommeren.

Gemonetariseerde indicatoren worden als volgt bepaald:

$$I_{Mon,CEN} = \sum_{CEN} (I_c * m_c)$$

$$I_{Mon,CEN+} = \sum_{CEN+} (I_c * m_c)$$

Hierbij is  $m_c$  het monetariseringsgetal voor categorie c en onder het somteken wordt aangegeven of men sommeert over al de CEN of al de CEN+ categorieën.

Dit is van toepassing op alle verder beschouwde fasen en wordt niet steeds herhaald.

De redenering en formule zijn volledig analoog voor het initieel transport:

$$I_{c,InitTrans,E} = \sum_{VERWMAT} I_{c,InitTrans,VM} * TVM$$

#### 4.5.2.3 Effecten in de bouwfase

In deze fase worden de volgende effecten ingerekend:

- effecten van het bouwen zelf (voorlopig waarde 0, maar voorzien; symbool  $I_{c,CONS,VM}$ )
- effecten omwille van de extra hoeveelheid materiaal, die moet geproduceerd en getransporteerd worden, omwille van de materiaalverliezen, die in de praktijk gepaard gaan met bouwen
- effecten omwille van de EOL-behandeling van de niet nuttig verwerkte materialen. Hierbij wordt verondersteld dat dezelfde EOL-behandeling gebeurt als bij afbraak.

Er is een verliespercentage gedefinieerd, dat toegepast wordt voor alle materialen (symbool  $vp$ ) (zie bepalingsmethode in Hoofdstuk 2). Dit geeft aan welke fractie van het netto verwerkt materiaal in de loop van het proces verloren is gegaan (vb. gebroken, weggewaaid, gestolen, te vroeg uitgehard en niet meer verwerkbaar, ...). Indien men dit per verwerkt materiaal zou wensen te kunnen aanpassen, zou dit herprogrammeerwerk vergen.

Vandaar de volgende formule voor de berekening van de milieu-impact tijdens de bouwfase:

$$I_{c,BOUWE} = \sum_{VMAT} (I_{c,CONS,VM} + vp(I_{c,PROD,VM} + I_{c,InitTrans,VM} + I_{c,EOLTrans,VM} + I_{c,EOL,VM})) * TVM$$

Uiteraard moet ook hier vermenigvuldigd worden met de ratio om rekening te houden met hoeveel verwerkt materiaal er per element voorkomt.

#### 4.5.2.4 Effecten gedurende de levensduur

Een monetaire flow, die men nu (ogenblik 0) inschat op  $X_0$  en die per periode groeit met een groeivoet  $g$  (in %), wordt op ogenblik  $t$  gegeven door de volgende formule:

$$X_t = X_0 (1 + g)^t$$

De "huidige waarde" van een bedrag  $X_t$  wordt bekomen met de volgende formule (met actualisatievoet voorgesteld door  $a$ ):

$$HW[X_t] = \frac{X_t}{(1 + a)^t}$$



Dit wil zeggen welk bedrag men nu dient te beleggen tegen een rentevoet  $a$  om via samengestelde intrest het bedrag  $X_t$  te bekomen na  $t$  periodes.

Indien we de som van de huidige waarde van periodische betalingen wensen te kennen, dan moeten we sommeren over al de perioden (bij conventie symbool:  $n$ ):

$$\sum_{t=1}^n HW[X_t] = \sum_{t=1}^n X_o \left( \frac{1+g}{1+a} \right)^t$$

Volgens de somformule van een meetkundige rij  $\sum_{t=1}^n x^t = x \frac{x^n - 1}{x - 1}$  geeft dit:

$$\sum_{t=1}^n HW[X_t] = X_o \left( \frac{1+g}{1+a} \right) \frac{\left( \frac{1+g}{1+a} \right)^n - 1}{\left( \frac{1+g}{1+a} \right) - 1}$$

De som van de huidige waarde van betalingen, die om de " $p$ " jaar dienen te gebeuren en dit " $q$ " maal, kan in 1 stap berekend worden met de volgende formule:

$$\begin{aligned} SomHW &= X_o \left\{ \left( \frac{1+g}{1+a} \right)^p + \left[ \left( \frac{1+g}{1+a} \right)^p \right]^2 + \dots + \left[ \left( \frac{1+g}{1+a} \right)^p \right]^q \right\} \\ &= X_o \left( \frac{1+g}{1+a} \right)^p \frac{\left( \frac{1+g}{1+a} \right)^{pq} - 1}{\left( \frac{1+g}{1+a} \right)^p - 1} \end{aligned}$$

Voor de milieueffecten/milieukosten kunnen een groeivoet en een actualisatievoet gebruikt worden, die anders zijn dan voor financiële geldstromen. Zo kan men de hypothese inrekenen dat milieukosten sterker gaan stijgen dan bouwkosten en/of algemene prijsinflatie.

Door een actualisatievoet te kiezen, die groter is dan 0 (nul), gaat men het milieueffect in de toekomst minder zwaar laten doorwegen in de berekeningen (bijvoorbeeld omwille van de onzekerheid daarover). Stelt men de actualisatievoet gelijk aan nul, dan wordt elk effect in de toekomst even veel meegerekend. Ook voor al de periodische effecten moet vermenigvuldigd worden met de ratio om rekening te houden met hoeveel verwerkt materiaal er per element voorkomt.

Voor jaarlijkse kosten (i.e. schoonmaak, energiekosten om transmissieverliezen te dekken) kunnen de formules zonder meer gebruikt worden.

Bij periodische ingrepen zijn een aantal extra tests nodig:

- men zal geen kleine onderhoudsbeurt inrekenen als dat jaar groot onderhoud wordt voorzien
- men zal geen materiaal vervangen als het element als geheel vervangen wordt
- men zal (desgevallend) geen elementen vervangen als het gebouw als geheel vervangen wordt

Deze controles zijn eenvoudig als de frequentie van de ingrepen, die het snelst moeten gebeuren, een exact deelvoud zijn van de frequentie van het grotere geheel. Dan dient enkel gecontroleerd te worden dat de ingreep met de hoogste frequentie niet gebeurt op een veelvoud van de hogere frequentie.

Indien deze frequenties geen exact veelvoud van elkaar zijn, is nog een extra test voorzien in verband met het al dan niet doorvoeren van een ingreep, dicht tegen de ingreep op de hogere schaal. Als de onderhoudsbeurt of de vervanging "noodzakelijk" geacht wordt (omwille van vb. veiligheid van personen, technisch voortbestaan van het geheel, ...), gebeurt de ingreep

steeds. Als de ingreep enkel om esthetische redenen voorzien zou worden (bijvoorbeeld schilderbeurt), wordt de volgende berekening gemaakt: is de voorspelde gebruiksduur van het onderdeel met de hoogste vervangfrequentie nog groter dan de helft van deze gebruiksduur, dan wordt steeds vervangen, indien niet, dan wordt de vervanging niet meer doorgevoerd.

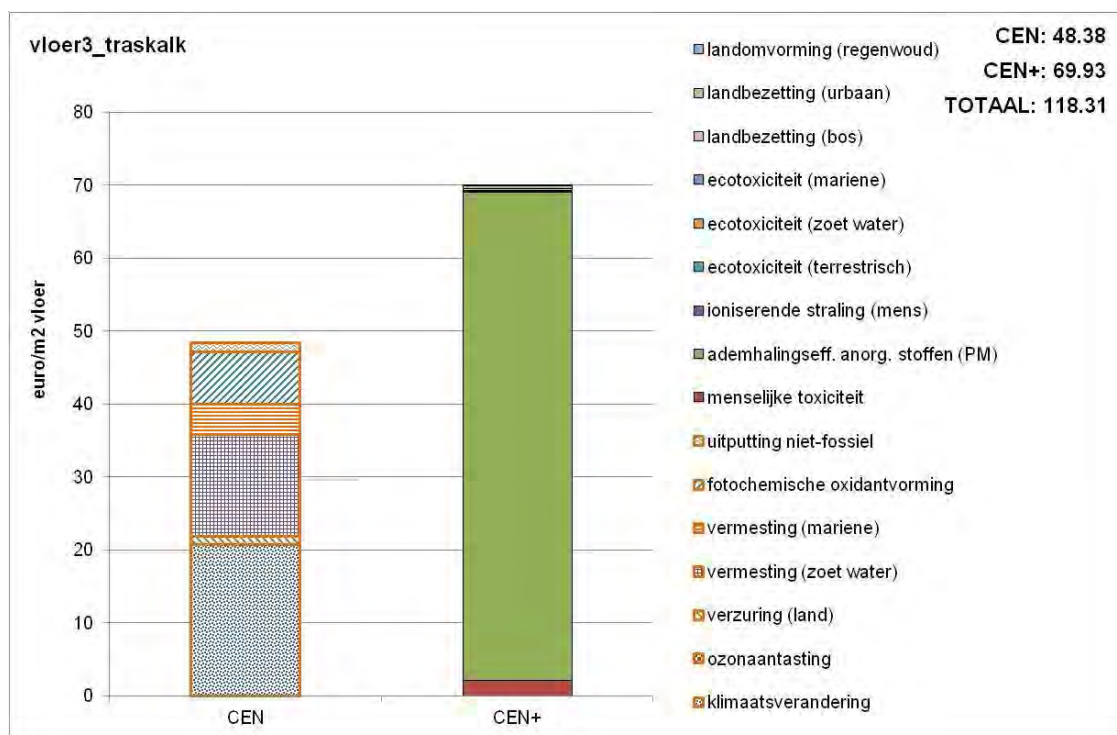
Op het einde van de levensverwachting van het gebouw ondergaat elk element een EOL-behandeling volgens het vastgelegde scenario voor elk van de samenstellenden verwerkte materialen. Ook hier moet vermenigvuldigd worden met de ratio om rekening te houden met hoeveel verwerkt materiaal er per element voorkomt.

### 4.5.3 Visualisatie van de resultaten

De basisprincipes van de visualisatie, toegelicht op verwerkt materiaalniveau, worden ook gehanteerd op elementniveau. Men kan één elementvariant op verschillende manieren visualiseren of meerdere variantoplossingen van een element vergelijken. Van beide worden illustraties gegeven. De bedoeling van het expert-rekenmodel is juist dat men uit de enorme mogelijkheid van combinaties die oplossingen selecteert, waarin men op dat ogenblik geïnteresseerd is.

#### 4.5.3.1 Visualisatie van één element

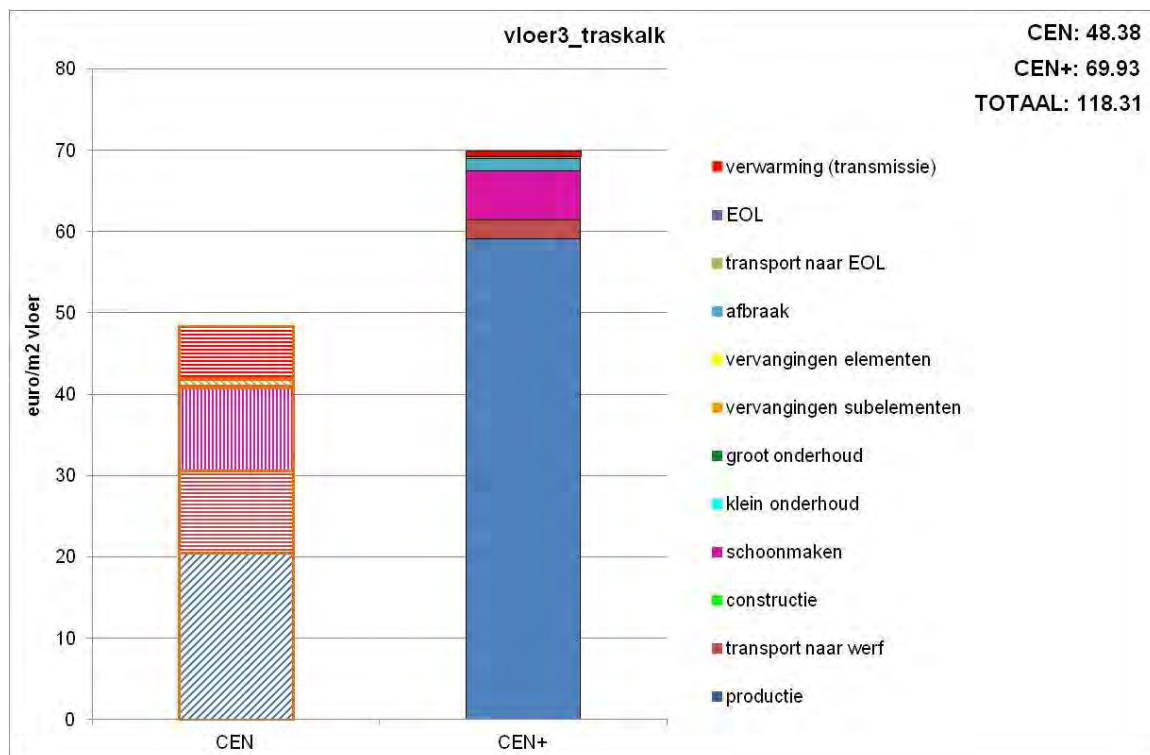
Men kan vooral geïnteresseerd zijn in het belang van de verschillende milieueffecten (zie [Figuur 42](#)).



**Figuur 42:** Voorbeeld van de visualisatie van de resultaten op elementniveau: weergave van de absolute milieu-impact van 1 m² vloer op volle grond, uitgedrukt voor alle CEN en CEN+ indicatoren, met opdeling per individuele milieu-indicator. De resultaten voor de CEN indicatoren worden weergegeven onder de vorm van gearceerde balkjes, de resultaten voor de CEN+ indicatoren worden weergegeven onder de vorm van volledig gekleurde balkjes.

In de rechterbovenhoek van de grafiek worden de geaggregeerde scores (uitgedrukt in euro per eenheid element) voor de CEN en CEN+ indicatoren en voor de totale milieu-impact van het beschouwde element weergegeven.

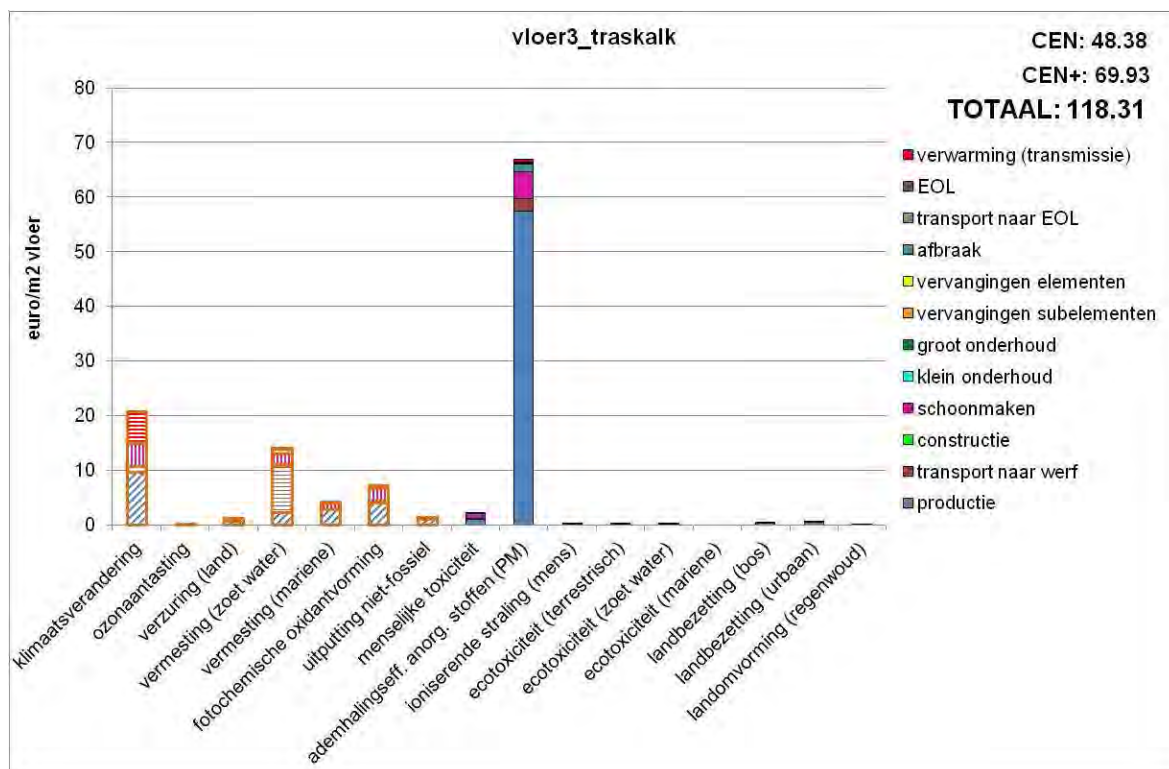
Of men kan dezelfde eindresultaten willen bekijken, maar zich de vraag stellen in welke levenscyclusfase(n) de belangrijkste milieueffecten ontstaan (zie [Figuur 43](#)).



**Figuur 43:** Voorbeeld van de visualisatie van de resultaten op elementniveau: weergave van de absolute milieu-impact van 1 m² vloer op volle grond, uitgedrukt voor alle CEN en CEN+ indicatoren, met opdeling per levenscyclusfase (i.e. productie, transport van fabriek tot werf, constructie, schoonmaak, klein en groot onderhoud, vervangingen van subelementen en elementen, afbraak, transport van werf tot EOL, EOL-behandeling en verwarming).

De resultaten voor de CEN indicatoren worden weergegeven onder de vorm van gearceerde balkjes, de resultaten voor de CEN+ indicatoren worden weergegeven onder de vorm van volledig gekleurde balkjes. In de rechterbovenhoek van de grafiek worden de geaggregeerde scores (uitgedrukt in euro per eenheid element) voor de CEN en CEN+ indicatoren en voor de totale milieu-impact van het beschouwde element weergegeven.

Het meest gedetailleerde beeld verkrijgt men als men voor al de milieueffecten de bijdrage van alle levenscyclusfasen uitzet (zie [Figuur 44](#)).



**Figuur 44:** Voorbeeld van de visualisatie van de resultaten op elementniveau: weergave van de absolute milieu-impact van 1 m² vloer op volle grond, uitgedrukt in euro per m² vloer voor alle 16 individuele CEN en CEN+ indicatoren (X-as), met opdeling per levenscyclusfase (i.e. productie, transport van fabriek tot werf, constructie, schoonmaak, klein en groot onderhoud, vervangingen van subelementen en elementen, afbraak, transport van werf tot EOL, EOL-behandeling en verwarming) (Y-as).

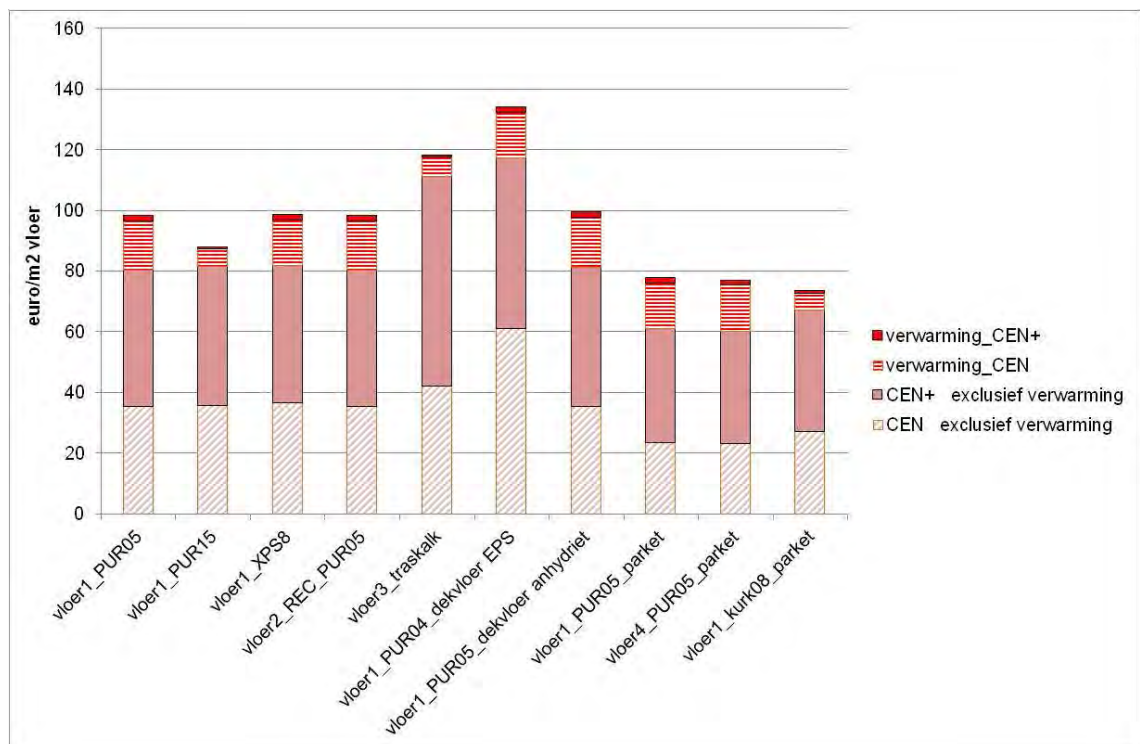
De resultaten voor de CEN indicatoren worden weergegeven onder de vorm van gearceerde balkjes, de resultaten voor de CEN+ indicatoren worden weergegeven onder de vorm van volledig gekleurde balkjes. In de rechterbovenhoek van de grafiek worden de geaggregeerde scores (uitgedrukt in euro per eenheid element) voor de CEN en CEN+ indicatoren en voor de totale milieu-impact van het beschouwde element weergegeven.

Het is evident, omdat verschillende milieueffecten opgeteld worden of naast elkaar gezet worden, dat het hier gaat om gemonetariseerde waarden. Via monetarisatie wordt immers het belang van de milieueffecten ten opzichte van elkaar gewogen. Dezelfde code voor arcering (CEN) en volle kleuren (CEN+) wordt aangehouden.

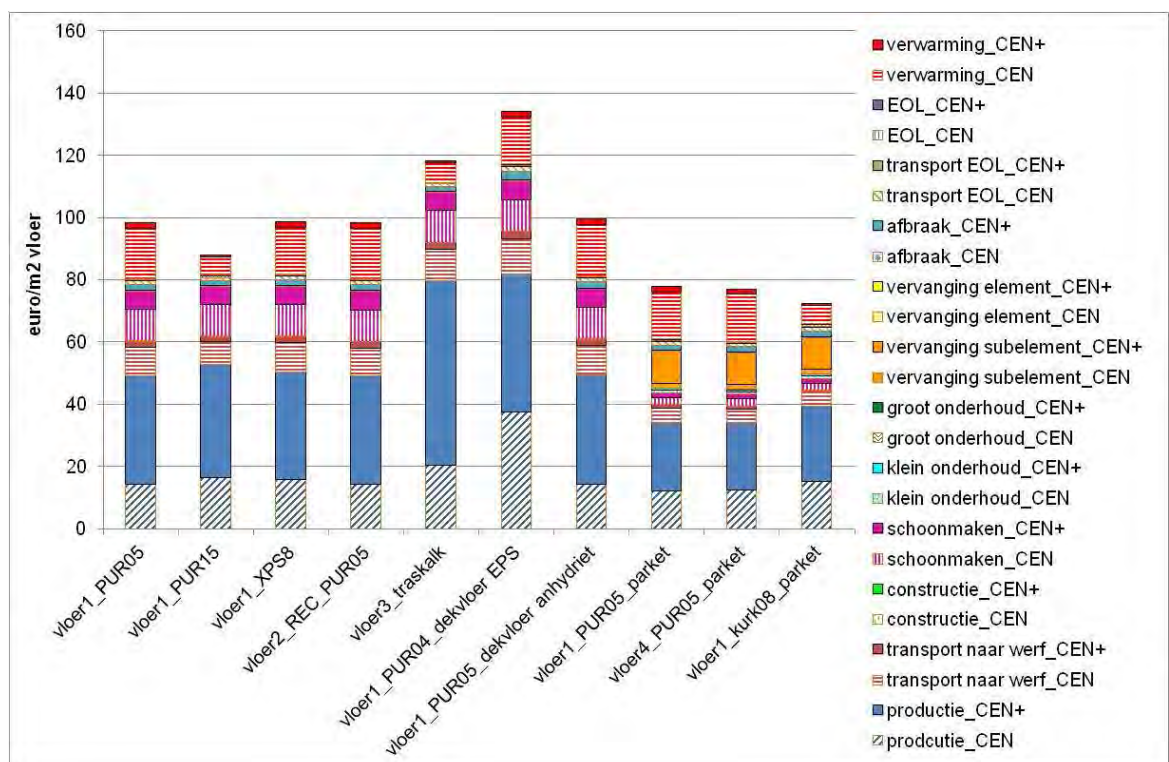
#### 4.5.3.2 Visualisatie van meerdere elementen

Door die manier van werken kunnen verschillende elementen vergeleken worden (zie [Figuur 45](#)). Opdat diegene, die enkel de CEN effecten wenst te vergelijken, daartoe in staat zou zijn, worden deze onderaan aangegeven (gearceerde deel). Om beslissingen te nemen is het belangrijk ook de effecten op het milieu van energieverliezen door transmissie te beschouwen. Niet iedereen wenst dit te doen of sommigen verkiezen een andere inschatting te maken dan mogelijk is via de equivalente graaddagemethode. Daarom zijn deze effecten bovenaan weergegeven. Ook zij zijn opgesplitst in CEN en CEN+.

Een verdere opsplitsing per levenscyclusfase of per milieucategorie is mogelijk, maar leidt tot een meer overladen figuur (zie [Figuur 46](#) en [Figuur 47](#)).

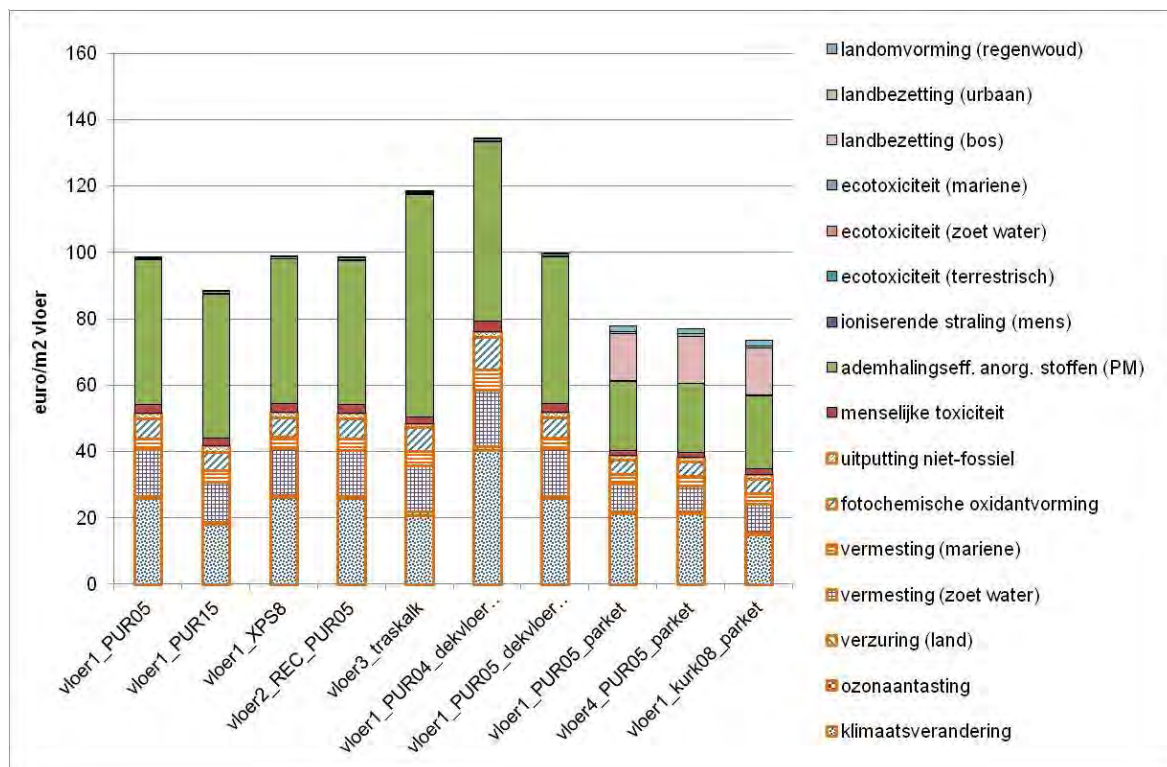


**Figuur 45:** Voorbeeld van de visualisatie van de resultaten op elementniveau: weergave van de totale milieu-impact, uitgedrukt in euro per m² element, voor alle geselecteerde varianten voor de vloer op volle grond, met opdeling volgens CEN en CEN+ indicatoren, exclusief verwarming, en CEN verwarming en CEN+ verwarming. De resultaten voor de CEN indicatoren worden weergegeven onder de vorm van gearceerde balkjes, de resultaten voor de CEN+ indicatoren worden weergegeven onder de vorm van volledig gekleurde balkjes.



**Figuur 46:** Voorbeeld van de visualisatie van de resultaten op elementniveau: weergave van de totale milieu-impact, uitgedrukt in euro per m² element, voor alle geselecteerde varianten voor de vloer op volle grond, met opdeling volgens levenscyclusfase (i.e. productie, transport van fabriek tot werf, constructie, schoonmaak, klein en groot onderhoud, vervangingen van subelementen en elementen, afbraak, transport van werf tot EOL, EOL-behandeling en verwarming) en CEN en CEN+. De resultaten voor de CEN indicatoren worden weergegeven onder de vorm van gearceerde balkjes, de resultaten voor de CEN+ indicatoren worden weergegeven onder de vorm van volledig gekleurde balkjes.





**Figuur 47: Voorbeeld van de visualisatie van de resultaten op elementniveau: weergave van de totale milieu-impact, uitgedrukt in euro per m² element, voor alle geselecteerde varianten voor de vloer op volle grond, met opdeling volgens individuele milieu-indicator.**

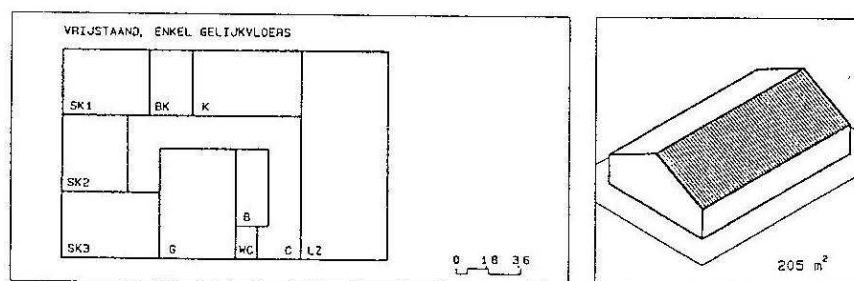
*De resultaten voor de CEN indicatoren worden weergegeven onder de vorm van gearceerde balkjes, de resultaten voor de CEN+ indicatoren worden weergegeven onder de vorm van volledig gekleurde balkjes.*

## 4.6 Eerste aanzet tot analyse op gebouwniveau

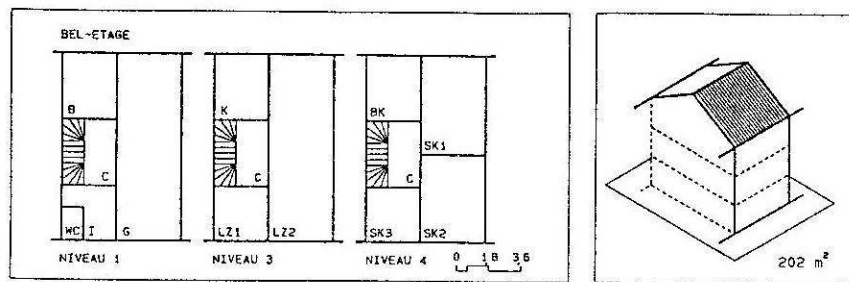
De aanpak op elementniveau is door te trekken op gebouwniveau en hoger op wijkniveau.

Afhankelijk van de gebouwlayout en de gebouwfmetingen zal men meer of minder van een element nodig hebben per m² vloeroppervlakte van het gebouw. Zo zal een bungalowtype per m² vloer 1 m² (horizontaal geprojecteerd) dak vereisen, terwijl voor een beleteagewoning met 3 verdiepingen per m² vloeroppervlakte slechts 0,3333 m² (horizontaal geprojecteerd) dak nodig is (zie [Figuur 48](#)). Bij dit laatste type staat dezelfde m² dak ten dienste van de 3 onderliggende verdiepingen.

Analoog heeft men bij een beleteagewoning in de rij minder gevel nodig dan bij de bungalow (maar wel gemene muren). Hoe groter een gebouw met dezelfde lengte / breedte verhouding, hoe minder m² buitenwand per m² vloer aanwezig is (zie [Figuur 48](#)).







**Figuur 48: Vergelijking tussen een vrijstaande bungalow en een beletagewoning in de rij (Loeckx et al., 1993).**

Al deze effecten worden ingerekend via de elementenmethode, oorspronkelijk ontwikkeld voor het beheersen van bouwkosten (zie [De Troyer, 2012](#)).

Dezelfde formules als hoger toegelicht op elementniveau gelden op gebouwniveau met de

volgende definitie voor de ratio van elementen op gebouwniveau ( $r_G = \frac{m^2 \text{vlak element}}{m^2 \text{vloeroppervlakte}}$ ):

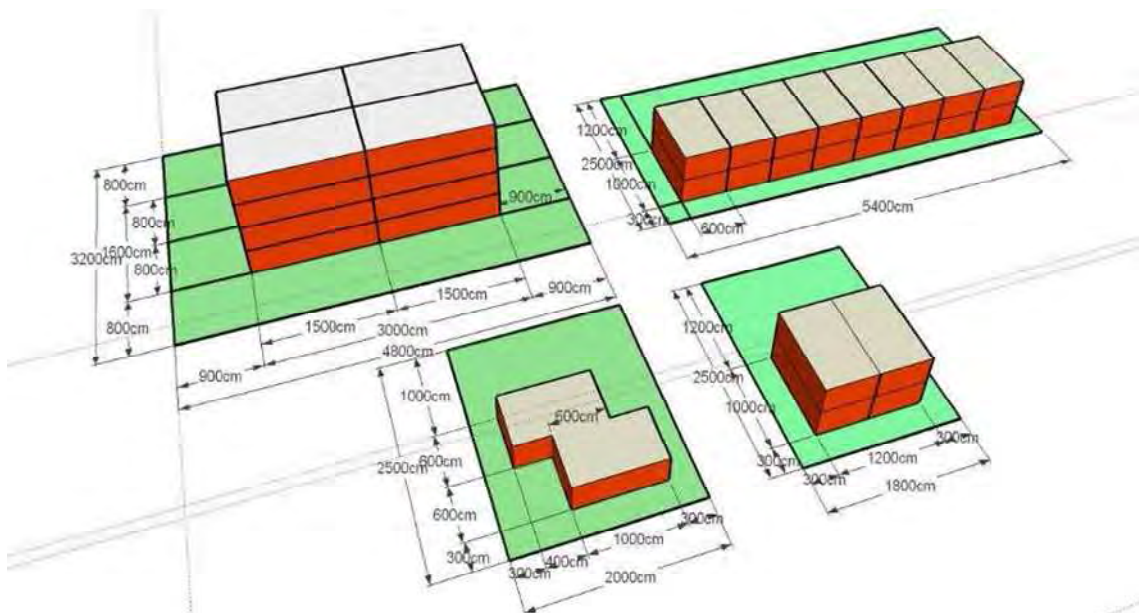
$$i_{c,G} = i_{c,E} * r_G$$

Dezelfde aanpak kan doorgetrokken worden op wijkniveau, waarbij de effecten van ontwerpbeslissingen, genomen op wijkniveau, kunnen geanalyseerd worden op gebouwniveau door de ratio te berekenen van elementen op wijkniveau per m² vloeroppervlak, bijvoorbeeld:

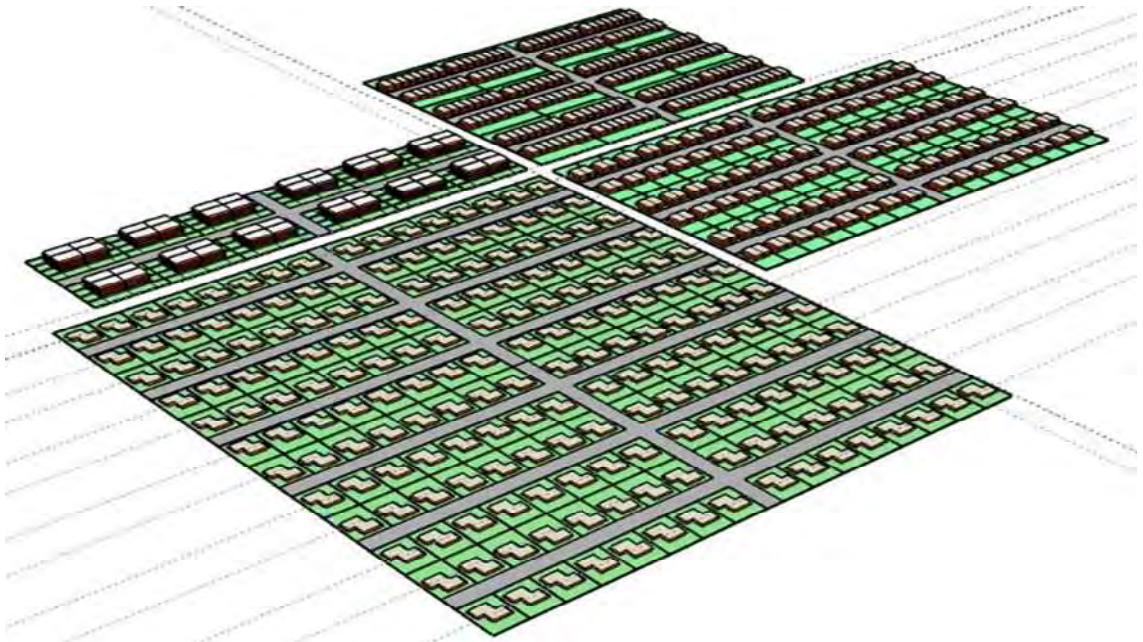
- Ratio van een bepaald straattype per m² vloer (m/m²)
- Ratio van groenvoorzieningen per m² vloer (m²/m²)
- Ratio van bushaltes op wijkniveau per m² vloer (st/m²)

Elk van die elementen kan verder geanalyseerd worden via de verwerkte materialen, die per eenheid element nodig zijn, bijvoorbeeld per m straat van een bepaald type: m² asfaltverharding inclusief onderlagen, m bordsteen, m rioleringsbuis, stuks verlichtingspalen, stuks inspectieputten, enz.

Zo kunnen gebouwconfiguraties en straatnetwerken geïntegreerd beschouwd worden (zie [Figuur 49](#) en [Figuur 50](#)).



**Figuur 49: Toepassing van de elementenmethode op gebouwniveau.**



**Figuur 50:** Toepassing van de elementenmethode op wijkniveau: verschillende mogelijke schakelingen van gebouwen met hun consequentie op de ruimtelijke context.

## 5 Milieu-impacten geselecteerde materialen

### 5.1 Inleiding

In samenspraak met de OVAM werden 10 materialen geselecteerd, waarvan de bepaling van de milieu-impacten meer in detail bekeken worden. De meeste materialen worden veelvuldig gebruikt binnen het Belgisch bouwgebeuren. Maar deze beperkte selectie is zonder enig beding representatief voor de gehele bouwmaterialensector. De volgende materialen werden geselecteerd – de hoeveelheid ervan komt overeen met de materialendatabank (zie [Hoofdstuk 4](#)):

- 1kg EPDM
- 1kg cellenbeton
- 1kg cellulosevlokken
- 1kg betonstaal
- 1m<sup>3</sup> gewoon stortbeton
- 1m<sup>3</sup> (100%) gerecycleerd stortbeton
- 1m<sup>3</sup> gezaagd zachthout volgens de Belgische houtmix
- 1kg snelbouwbaksteen
- 1kg rotswol
- 1kg PUR (harde plaat)

Op basis van de bepalingsmethode, behandeld in [Hoofdstuk 2](#), en de modellering van de LCI-data tot milieu-impacten, behandeld in [Hoofdstuk 4](#), worden in de volgende paragrafen de resultaten besproken voor de opgesomde materialen.

In eerste instantie wordt een beschrijving gegeven van het materiaal (waaronder de typische bouwtoepassingen en algemene samenstelling) en wordt tevens uitgelegd hoe omgegaan werd met de generieke LCI-data die voorhanden was. Zoals opgegeven in de bepalingmethode, wordt voornamelijk beroep gedaan op de Zwitserse LCI-databank ecoinvent. Indien hiervan wordt afgeweken, wordt dit gedocumenteerd. In dit hoofdstuk zullen geen resultaten behandeld worden op basis van specifieke LCI-data. In het kader van de opdracht werd wel de mogelijkheid geboden om sector- en producenten specifieke data aan te leveren. Indien akkoord gegeven werd door de bezorger van de data, werden de LCA-resultaten van het geanalyseerd product opgenomen in [Bijlage 3](#).

In tweede instantie worden de LCA-resultaten besproken aan de hand van 2 grafieken: enerzijds de relatieve bijdrage tot het levenscyclusmilieuprofiel op basis van individuele scores en anderzijds de absolute bijdrage tot het levenscyclusmilieuprofiel op basis van gemonetariseerde scores. In de eerste grafiek wordt enkel de relatieve bijdrage van de levenscyclusfase per indicator bekeken. In de tweede grafiek wordt dieper ingegaan op de bijdrage van significante milieu-indicatoren tot het geaggregeerd milieuprofiel. In deze grafieken worden de bijdragen (per levenscyclusfase) tot een CEN indicator gearceerd en volledig ingekleurd voor de bijkomende CEN+ indicatoren. De geaggregeerde scores (CEN, CEN+ en totaal) worden meegegeven in de rechterbovenhoek van de grafiek met de absolute bijdrage tot het levenscyclusmilieuprofiel.

Om een beter inzicht te geven in de achterliggende processen en emissies/substanties die verantwoordelijk zijn voor potentiële impacten, wordt tot slot een meer gedetailleerde analyse uitgevoerd met behulp van de software SimaPro (versie 7.3).

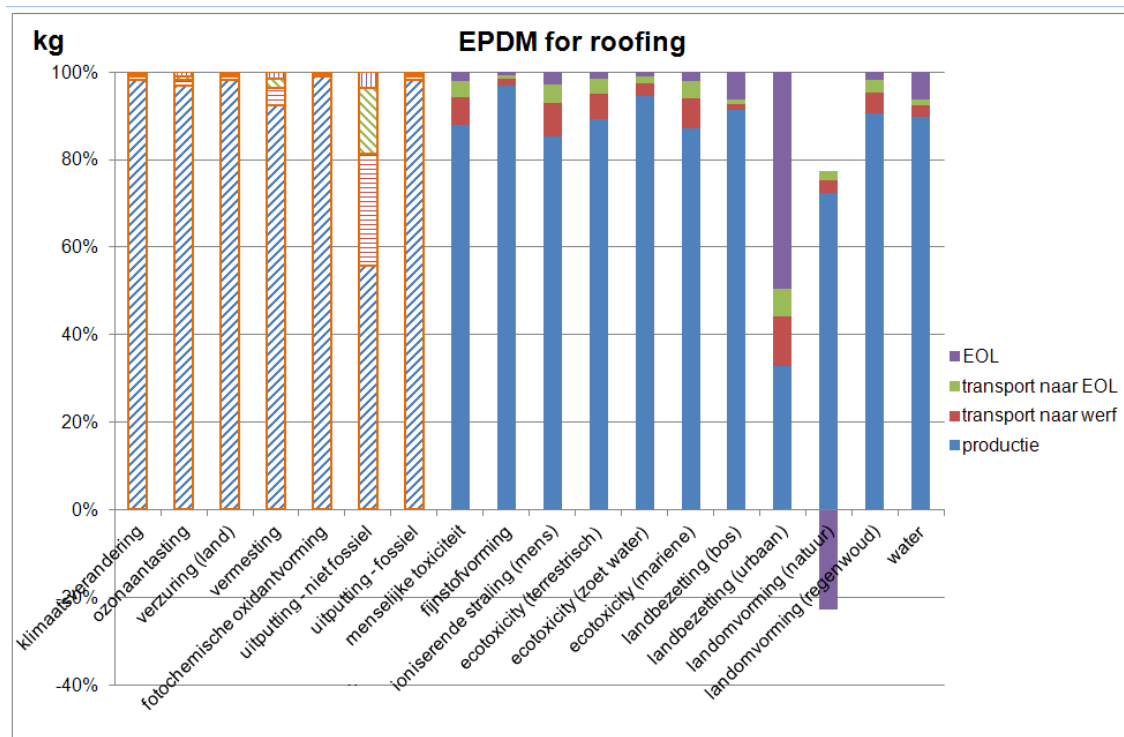
Bij de bespreking van de LCA-resultaten is het belangrijk te weten of een proces of een levenscyclusfase al dan niet een significante bijdrage levert tot een milieu-indicator. Hierbij wordt de volgende rangschikking gevolgd, conform Annex B van de ISO 14044 norm ([ISO 2005](#)):

- A: bijdrage > 50%: dominant, significante invloed
- B: 25% < bijdrage ≤ 50%: zeer belangrijk, relevante invloed
- C: 10% < bijdrage ≤ 25%: redelijk belangrijk, enige invloed

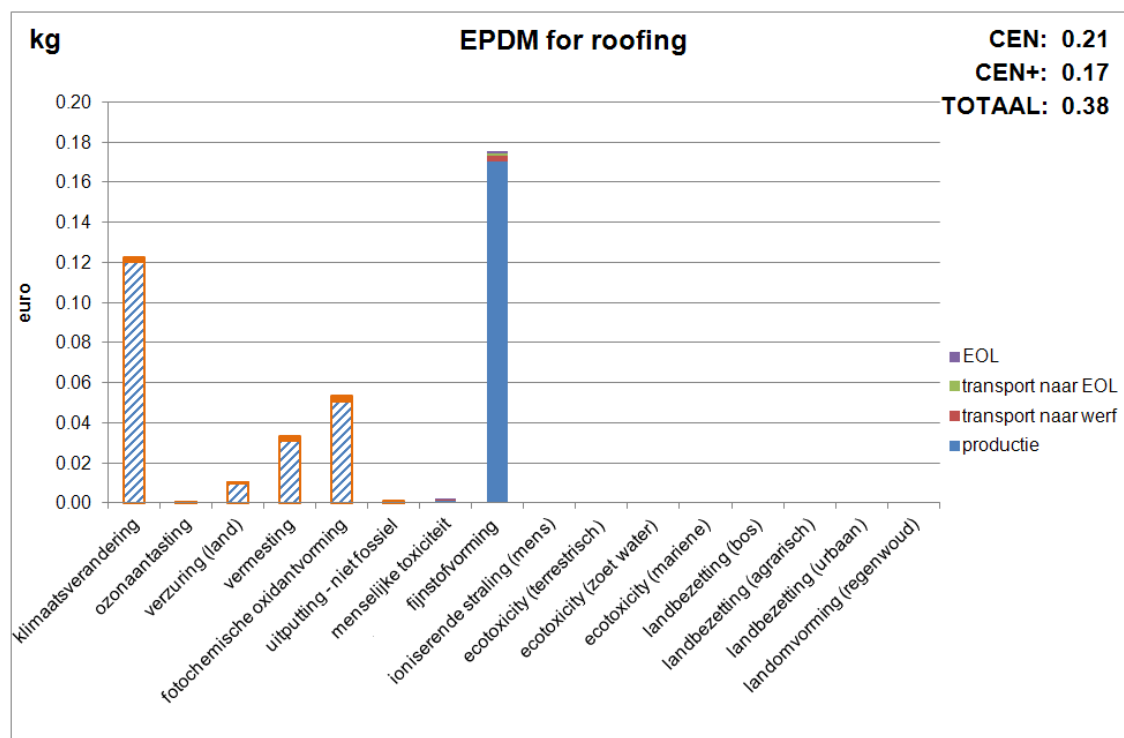
D:  $2,5\% < \text{bijdrage} \leq 10\%$ : weinig belangrijk, beperkte invloed  
E:  $\text{bijdrage} < 2,5\%$ : onbelangrijk, verwaarloosbare invloed

## 5.2 Bespreking van resultaten

### 5.2.1 EPDM



**Figuur 51: relatieve bijdrage van 1kg EPDM tot individuele milieu-indicatoren, uitgedrukt per levenscyclusfase (gearceerd: CEN, vol: CEN+).**



**Figuur 52: absolute bijdrage van 1kg EPDM tot milieu-indicatoren, uitgedrukt in euro per levenscyclusfase (gearceerd: CEN, vol: CEN+).**

### 5.2.1.1 Beschrijving van materiaal

EPDM of etheen-propreen-dieen-monomeer is een synthetische, gevulkaniseerde rubber met een grote rekbaarheid (tot 400%) en ongevoeligheid voor UV-straling en vele logen, zuren en zouten. Het wordt in de bouwwereld onder andere toegepast als dakbedekkingfolie, water- en wortelkerende folie, tochtprofiel en kierdichtheidsprofiel. Vanwege zijn kwaliteiten wordt het ook vaak gebruikt als onderlaag voor begroeide daken. (van den Dobbelsteen & Alberts 2005)

Wegens gebrek aan data met betrekking tot de productie van EPDM in ecoinvent, werd beroep gedaan op andere generieke LCI-data. De samenstelling werd overgenomen op basis van (Morton 1987) en geactualiseerd door IVAM (IVAM 2001). Bij de industriële verwerking van de samenstellende stoffen tot EPDM werden geen energieprocessen, noch emissiedata opgegeven. In Tabel 13 wordt de productiesamenstelling gegeven van 1kg EPDM. De onderliggende procesdata wordt wel samengesteld op basis van ecoinvent-data. EPDM valt onder de transportcategorie "losse producten voor de ruwbouw" en de afvalcategorie "elastomeren". In Hoofdstuk 2 worden de transport- en afvalcategorieën in detail besproken.

onderdeel	hoeveelheid
Polyethyleen, LDPE, granulaat, in fabriek	0,1405 kg
Polypropyleen, PP, granulaat, in fabriek	0,1405 kg
Carbon black	0,3380 kg
Nafta, vanuit regionaal opslag	0,2670 kg
Kalksteen, gemalen en verpakt, in fabriek	0,0840 kg
Andere stoffen ( zinkoxiden, stearinezuur, zwavel)	0,0300 kg

Tabel 13: productiesamenstelling van 1kg EPDM (Morton 1987, IVAM 2001)

### 5.2.1.2 Interpretatie van resultaten

#### Invloed van levenscyclusfases op het levenscyclusmilieuprofiel

De productie van EPDM is de dominerende levenscyclusfase voor de meeste milieu-indicatoren (i.e. meer dan 50% van het milieuprofiel). Dit is volledig te wijten aan de productie van de samenstellende stoffen voor de productie ervan. Echter voor de indicator "urbane landbezetting" is het storten van EPDM na gebruik verantwoordelijk voor ongeveer de helft van alle potentiële milieu-impacten. Het storten van EPDM heeft anderzijds positieve impacten op "natuurlijke landomvorming"; ecoinvent gaat uit van het planten van struiken (gedurende de eerste 5 jaar) en vervolgens bomen na de sluiting van de stortplaats<sup>79</sup>. Relatief gezien heeft het transport naar werf en naar de EOL-verwerkingsite een redelijk belangrijke potentiële impact op de "uitputting van niet-fossiele grondstoffen"<sup>80</sup>. Deze processen komen aan het licht; niet zo zeer door de grote impact van het transport op het milieuprofiel, maar eerder door het kleine aandeel van het productieproces aan deze indicator.

#### Invloed van milieu-indicatoren op het levenscyclusmilieuprofiel

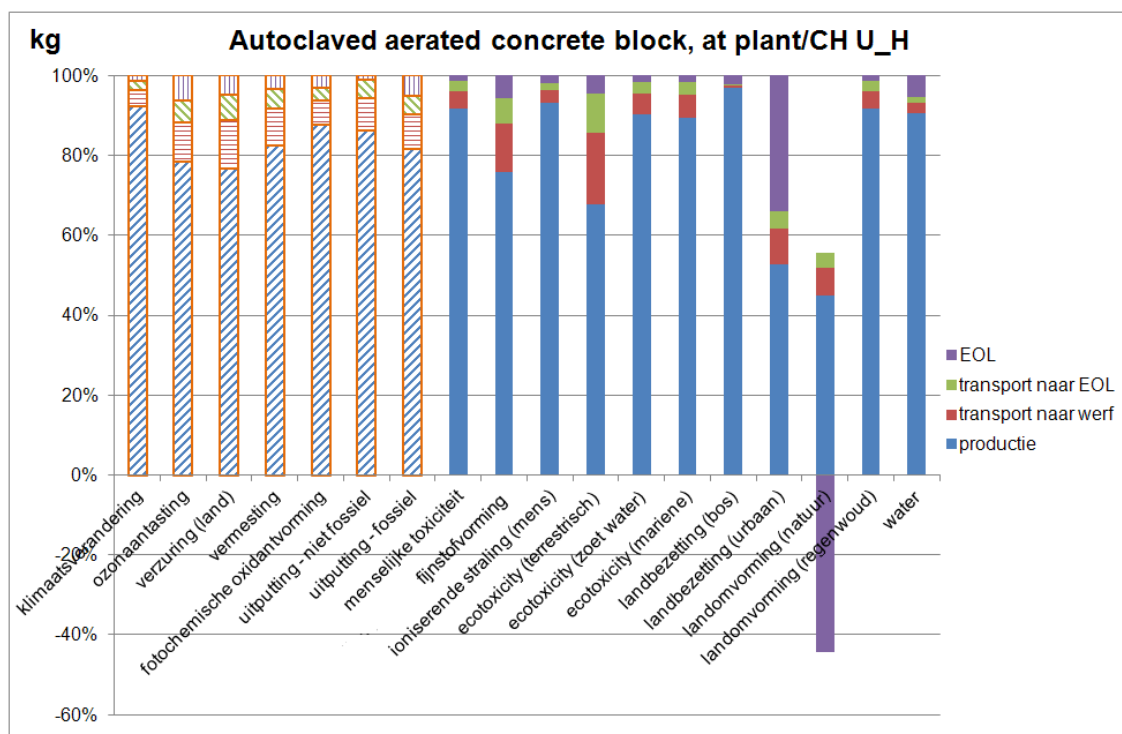
De meest dominante milieu-indicatoren van 1kg EPDM op geaggregeerd niveau zijn achtereenvolgens impacten ten aanzien van "fijnstofvorming", "klimaatsverandering", "fotochemische oxidantvorming" en "vermesting". Andere milieu-indicatoren vormen minder dan 10% van het totaal geaggregeerd milieuprofiel en worden daardoor als weinig relevant beschouwd. Potentiële milieu-impacten ten aanzien van "fijnstofvorming" worden hoofdzakelijk veroorzaakt door SO<sub>2</sub>- en NO<sub>x</sub>-emissies. Dezelfde stoffen en niet-methaangerelateerde volatiele stoffen (NMVOS) dragen ook bij tot "fotochemische oxidantvorming". NO<sub>x</sub>-emissies zijn eveneens de belangrijkste bijdragers tot "mariene vermesting". Impacten ten aanzien van "klimaatsverandering" worden hoofdzakelijk veroorzaakt door de emissie van fossiele CO<sub>2</sub>. Al deze emissies komen hoofdzakelijk vrij bij energiegerelateerde processen bij de productie van carbon black, LDPE, PP en nafta.

79 Normaal gezien wordt bij industriële processen binnen ecoinvent landgebruik gerelateerd aan industriële infrastructuur, zoals de bezetting van land door fabrieken. Bij stortplaatsen, gebeurt de landbezetting (en de landomvorming) niet alleen door infrastructuur, maar wordt ze eveneens veroorzaakt door het 'product', zijnde het gestort afval. Vandaar dat landbezetting en -omvorming geïnventariseerd worden als procesgerelateerde milieu-impacten. (Doka 2009)

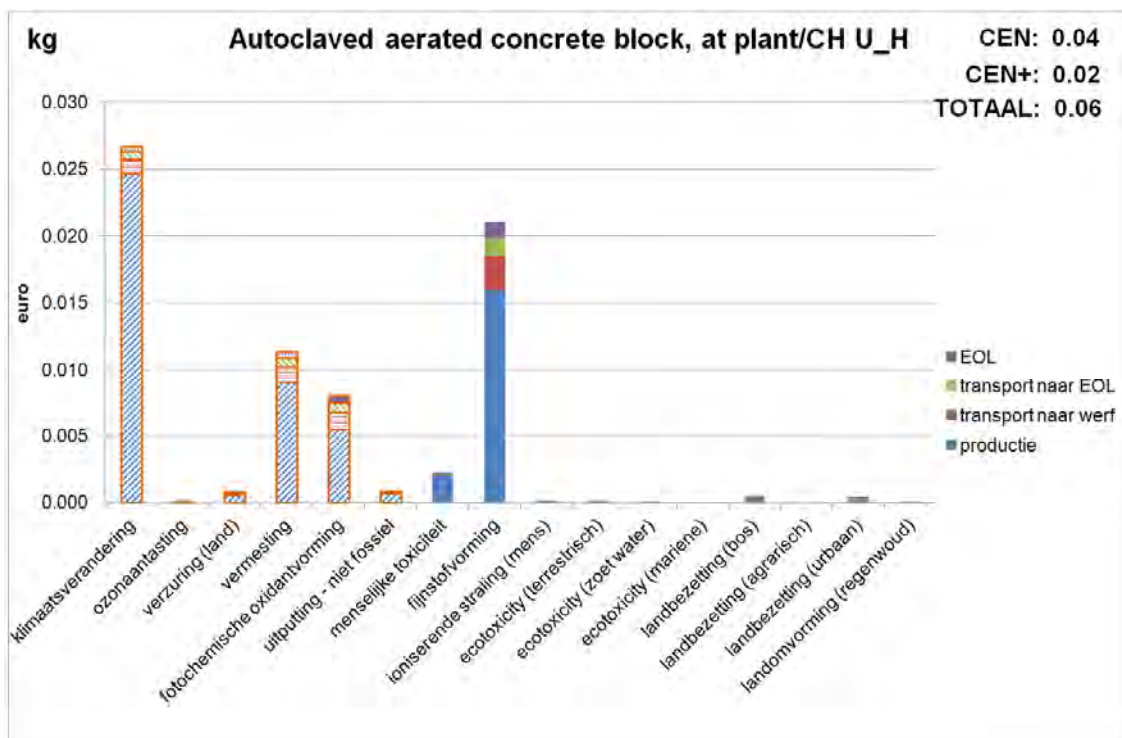
80 Dit is onder andere een gevolg van het verbruik van lood bij herstellingen van vrachtwagens en het gebruik van edele metalen zoals goud in de elektronica van de vervoermiddelen



## 5.2.2 Cellenbeton



**Figuur 53: relatieve bijdrage van 1kg cellenbeton tot individuele milieu-indicatoren, uitgedrukt per levenscyclusfase (gearceerd: CEN, vol: CEN+).**



**Figuur 54: absolute bijdrage van 1kg cellenbeton tot milieu-indicatoren, uitgedrukt in euro per levenscyclusfase (gearceerd: CEN, vol: CEN+).**

### 5.2.2.1 Beschrijving van materiaal

Cellenbeton (ook wel cellulair beton of gasbeton genoemd) bestaat voornamelijk uit kwartszand, portlandcement, water, ongebluste kalk en aluminiumpoeder. Het bevat dus geen grind, zoals beton. Het aluminium reageert met de kalk waardoor gasbellen worden gevormd die bij verstening van de specie als regelmatige celstructuur achterblijven. Door deze cellulaire structuur heeft cellenbeton goede isolerende eigenschappen en is het 30% tot 70% lichter dan beton. De druksterkte is echter de helft tot een tiende geringer dan beton, waardoor het hoofdzakelijk als niet-dragend wandmateriaal gebruikt wordt. Cellenbeton is zowel verkrijgbaar in wandblokken als vloerwells (hier gemodelleerd zonder wapening). (van den Dobbelsteen & Alberts 2005).

De generieke LCI-data voor de productie van cellenbeton is afkomstig van de ecoinventdatabank onder de naam “autoclaved aerated concrete block, at plant/CH U”, waarvan de (eerste-orde) energie- en transportgerelateerde processen geharmoniseerd werden tot de West-Europese context. Cellenbeton valt onder de transportcategorie “losse producten voor de ruwbouw” en de afvalcategorie “cellenbeton”. In Hoofdstuk 2 worden de transport- en afvalcategorieën in detail besproken. Bij gebrek aan processpecifieke gegevens wordt het storten van cellenbeton vereenvoudigd tot het storten van gipsafval.

### 5.2.2.2 Interpretatie van resultaten

#### Invloed van levenscyclusfases op het levenscyclusedmilieuprofiel

De productie van cellenbeton geldt als de dominerende levenscyclusfase voor alle individuele milieu-indicatoren (i.e. meer dan 50% van het milieuprofiel). De andere levenscyclusfases zijn voor de meeste indicatoren weinig tot niet relevant (i.e. respectievelijk minder dan 25% en 10% van het milieuprofiel). Het storten van cellenbeton<sup>81</sup> is weliswaar verantwoordelijk voor een negatieve impact (circa 35%) op “urbane landbezetting” en een positieve impact (circa 45%) op “natuurlijke landomvorming”; ecoinvent gaat uit van het planten van struiken (gedurende de eerste 5 jaar) en vervolgens bomen na de sluiting van de stortplaats<sup>82</sup>. Het transport van cellenbeton naar de werf en naar de EOL-site zijn samen verantwoordelijk voor circa 30% van de milieu-impacten gerelateerd tot “terrestrische ecotoxiciteit”.

#### Invloed van milieu-indicatoren op het levenscyclusedmilieuprofiel

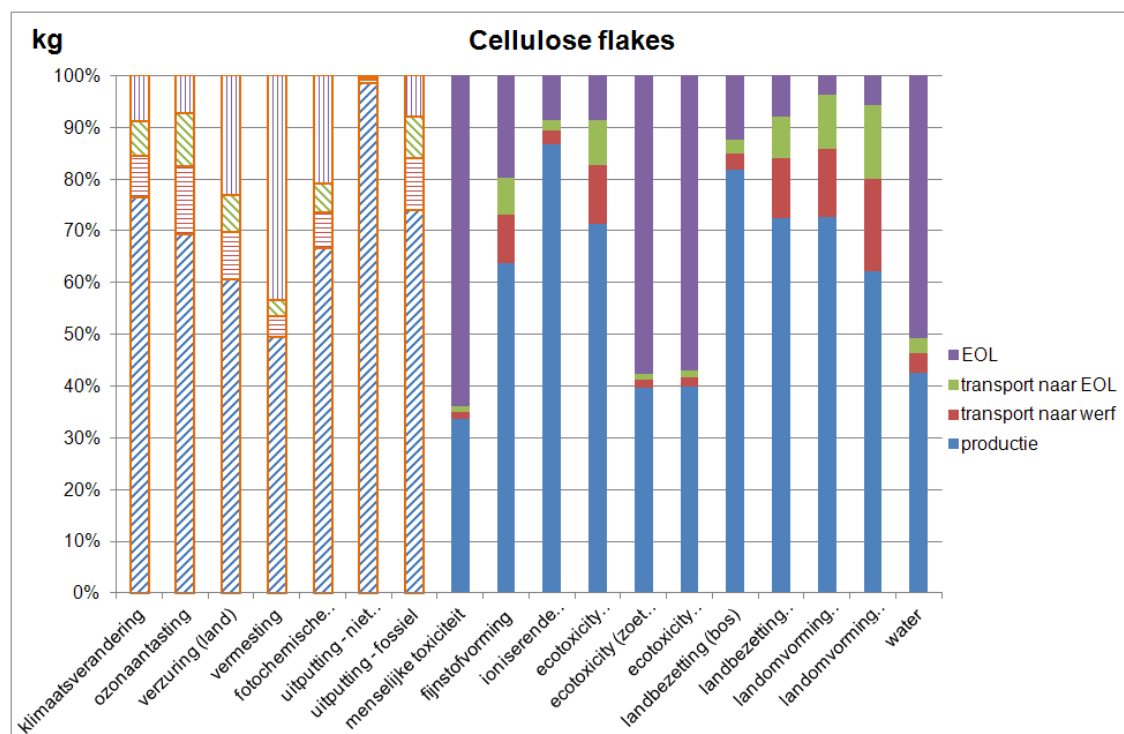
De meest dominerende milieu-indicatoren over de gehele levenscyclus van 1 kg cellenbeton zijn achtereenvolgens “klimaatsverandering”, “fijnstofvorming”, “vermesting” en “fotochemische oxidantvorming”. Andere milieu-indicatoren vormen minder dan 10% van het totaal geaggregeerd milieuprofiel en worden daardoor als weinig relevant beschouwd.

Potentiële impacten ten aanzien van “klimaatsverandering” worden hoofdzakelijk veroorzaakt door CO<sub>2</sub>-emissies. Mogelijke impacten ten aanzien van “fijnstofvorming” zijn hoofdzakelijk veroorzaakt door SO<sub>2</sub>- en NO<sub>x</sub>-emissies. Dezelfde stoffen en niet-methaangerelateerde volatiele stoffen (NMVOS) dragen ook bij tot “fotochemische oxidantvorming”. Al deze emissies komen hoofdzakelijk vrij tijdens energiegerelateerde processen bij de vervaardiging van het cellenbeton zelf en de bij productie van Portlandcement en ongebluste (gemalen) kalk. Fosfaten die vrijkomen in het grondwater bij het delven van bruinkool, nodig voor (West-Europese) elektriciteitsproductie, dragen het meest bij tot potentiële impacten ten aanzien van “(zoetwater)vermesting”. Aanvullend, dragen de vrijgekomen NO<sub>x</sub>-emissies bij het transporteren van cellenbeton naar de werf en de EOL-verwerkingsite bij tot potentiële milieu-impacten ten aanzien van (mariene) “vermesting”.

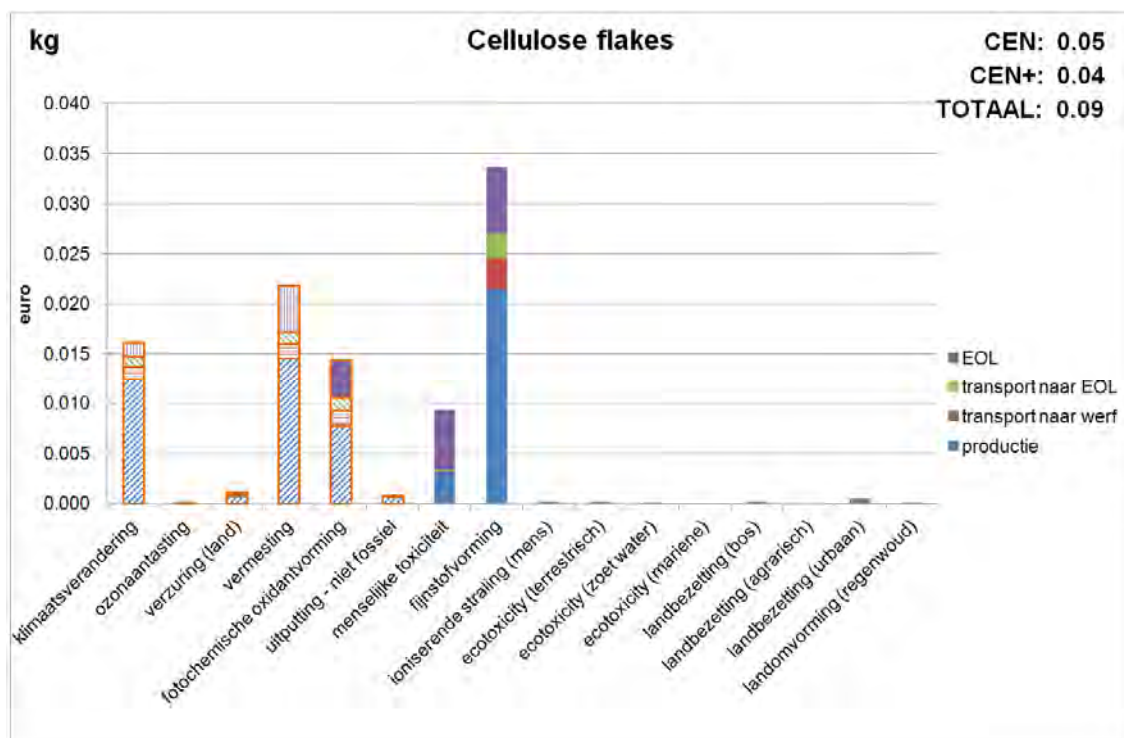
81 Het cellenbeton wordt maar voor 70% gestort. De andere 30% wordt gerecycleerd of hergebruikt.

82 Normaal gezien wordt bij industriële processen binnen ecoinvent landgebruik gerelateerd tot industriële infrastructuur, zoals de bezetting van land door fabrieken. Bij stortplaatsen gebeurt de landbezetting (en de landomvorming) niet alleen door infrastructuur, maar wordt ze eveneens veroorzaakt door het ‘product’, zijnde het gestort afval. Vandaar dat landbezetting en –omvorming geïnventariseerd worden als procesgerelateerde milieu-impacten. (Doka 2009)

### 5.2.3 Cellulosevlokken



**Figuur 55: relatieve bijdrage van 1kg cellulosevlokken tot individuele milieu-indicatoren, uitgedrukt per levenscyclusfase (gearceerd: CEN, vol: CEN+).**



**Figuur 56: absolute bijdrage van 1kg cellulosevlokken tot milieu-indicatoren, uitgedrukt in euro per levenscyclusfase (gearceerd: CEN, vol: CEN+).**

### 5.2.3.1 Beschrijving van materiaal

Hoewel elk plantaardig materiaal bestaat uit cellulose, wordt de term 'cellulose-isolatie' vaak gebruikt voor isolatiemateriaal dat gewonnen wordt uit snippers van oud krantenpapier dat niet meer toegepast wordt in de papierindustrie, of uit vezels van houtsnippers. Ze kunnen met borax en/of boorzouten verduurzaamd worden tegen schimmels. Cellulose-isolatie kan in losse vorm in een spouw worden geblazen, in een zak worden gelegd en is ook als geperste plaat verkrijgbaar. In principe is cellulose-isolatie een hergebruikproduct, dat relatief weinig productie-energie kost en afbreekbaar is bij storten. Gezien kranteninkt een milieuprobleem kan vormen bij het storten van het materiaal, wordt het echter na gebruik vaak verbrand<sup>83</sup>. Het wordt gebruikt als isolatie voor muren, daken en vloeren, zowel in nieuwbouw als voor renovatie. (van den Dobbelsteen & Alberts 2005, VIBE 2007)

Ondanks de aanwezigheid ervan in de ecoinventdatabank, wordt de Zwitserse LCI-data met betrekking tot cellulose niet als representatief beschouwd voor de Belgische context. Voor deze reden wordt er op basis van algemene productinformatie Belgische LCI-data gecreëerd. Naast het toevoegen van boorverbindingen bij gesorteerd krantenpapier, bevat deze LCI eveneens de benodigde energie voor het malen en mengen van de componenten, het ontdoen van stof, stroomproductie, verpakking en de verwerking op de werf. Cellulosevlokken valt onder de transportcategorie "isolatie" en de afvalcategorie "brandbare isolatie". In Hoofdstuk 2 worden de transport- en afvalcategorieën in detail besproken. Bij gebrek aan processpecifieke gegevens wordt het verbranden van cellulosevlokken vereenvoudigd tot het verbranden van papier.

### 5.2.3.2 Interpretatie van resultaten

#### Invloed van levenscyclusfases op het levenscyclusmilieuprofiel

De productiefase en/of de EOL-fase zijn de dominante levenscyclusfases binnen het milieuprofiel van de individuele milieu-indicatoren. Ook de relatieve bijdrage van transport naar de werf en naar de EOL-verwerkingsite tot de individuele milieu-indicatoren worden doorgaans redelijk belangrijk geacht (i.e. meestal groter dan 10% van het milieuprofiel). Uitzonderingen hierop zijn waarneembaar bij "uitputting van niet-fossiele grondstoffen", "vermesting", "menselijke toxiciteit", "ioniserende straling bij de mens", "zoetwaterecotoxiciteit", "mariene ecotoxiciteit", "landbezetting door bos" en "waterschaarste", waar beide transportfases een bijdrage hebben kleiner dan 10% van het milieuprofiel.

#### Invloed van milieu-indicatoren op het levenscyclusmilieuprofiel

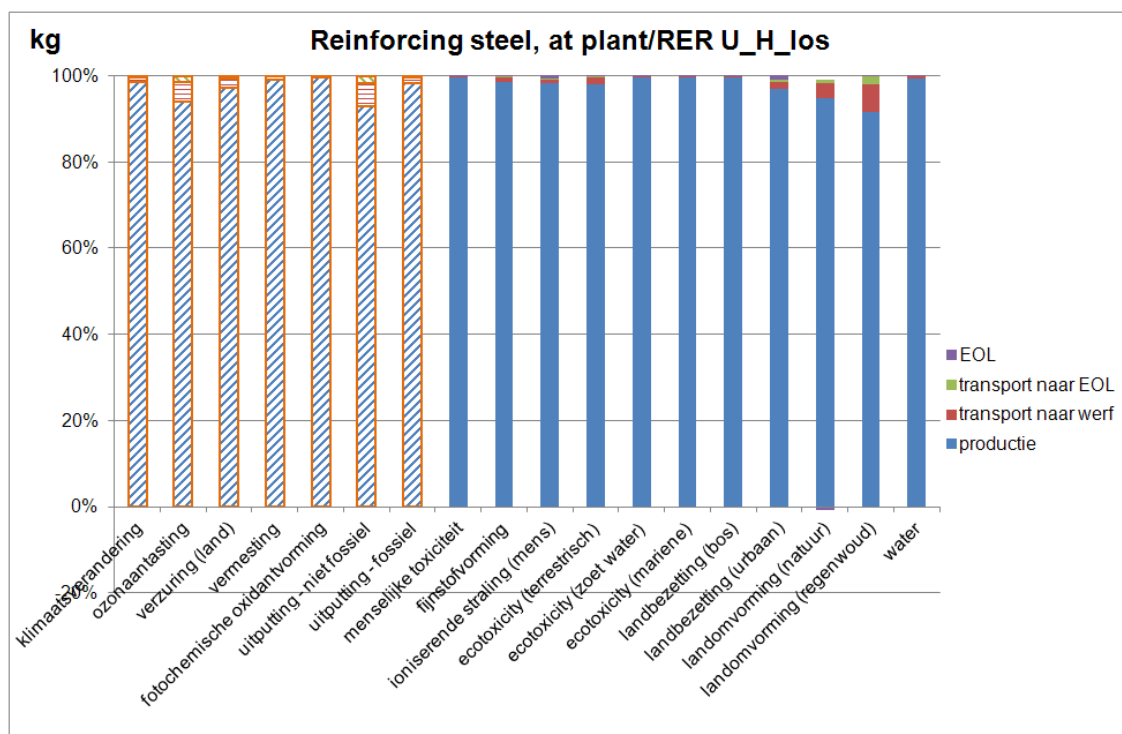
De meest dominerende milieu-indicatoren over de gehele levenscyclus van 1kg cellulosevlokken zijn achtereenvolgens "fijnstofvorming", "vermesting", "klimaatsverandering", "fotochemische oxidantvorming" en "menselijke ecotoxiciteit". Andere milieu-indicatoren vormen minder dan 10% van het totaal geaggregeerd milieuprofiel en worden daardoor als weinig relevant beschouwd.

Potentiële impacten ten aanzien van "fijnstofvorming" zijn hoofdzakelijk veroorzaakt door emissies van NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub> en kleine stofdeeltjes (PM<2,5µm en PM<10µm). Emissies van NO<sub>x</sub> en SO<sub>2</sub> (en in mindere mate NMVOS) zijn eveneens verantwoordelijk voor potentiële impacten ten aanzien van "fotochemische oxidantvorming". NO<sub>x</sub>-emissies dragen tevens bij tot "mariene vermesting". Emissies van CO<sub>2</sub> (en in mindere mate methaan) dragen het meest bij tot potentiële impacten ten aanzien van "klimaatsverandering". Al deze emissies worden in hoofdzaak veroorzaakt bij het verbranden van fossiele brandstoffen zoals diesel, bruinkool en steenkool bij enerzijds het transport en anderzijds het productieproces van het afgewerkt product en haar onderdelen. Fosfaten die vrijkomen in het grondwater bij het delven van bruinkool, nodig voor (West-Europese) elektriciteitsproductie, dragen het meest bij tot potentiële impacten ten aanzien van "(zoetwater)vermesting". Bij het delven komen mogelijks ook stoffen vrij die bijdragen tot "menselijke toxiciteit", zoals mangaan, arsenicum, selenium, barium en lood.

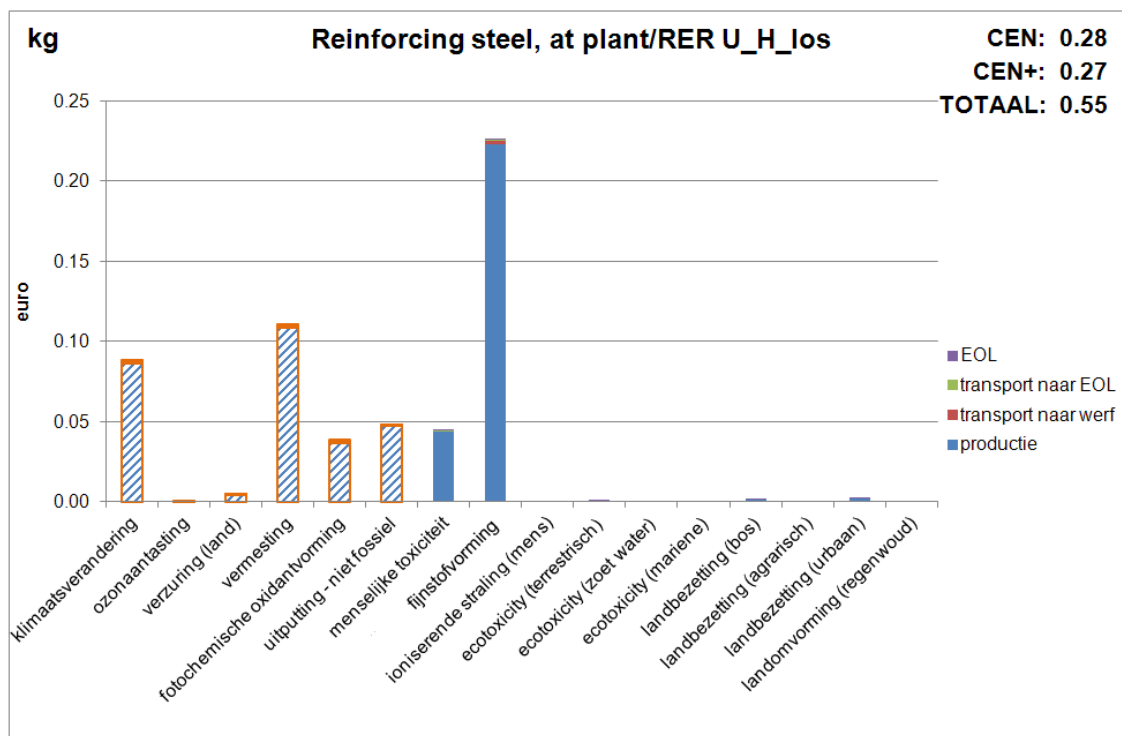
---

<sup>83</sup> Cellulosevlokken kunnen in principe ook gerecycled worden. Gezien dit echter niet representatief is voor de Belgische bouwsector, wordt dit hier niet verder opgenomen.

## 5.2.4 Betonstaal



**Figuur 57: relatieve bijdrage van 1kg betonstaal tot individuele milieu-indicatoren, uitgedrukt per levenscyclusfase (gearceerd: CEN, vol: CEN+).**



**Figuur 58: absolute bijdrage van 1kg betonstaal tot milieu-indicatoren, uitgedrukt in euro per levenscyclusfase (gearceerd: CEN, vol: CEN+).**



#### 5.2.4.1 Beschrijving van materiaal

Zuiver beton heeft een goede druksterkte, maar een relatieve lage treksterkte. Door het toevoegen van stalen wapeningen in de vorm van netten en/of staven, wordt een composiet materiaal gecreëerd. Indien er een goede hechting aanwezig is tussen het beton en het staal, bezit het composiet materiaal een goede trek-, druk- en buigsterkte (Hegger et al 2006). Andere functies van betonstaal zijn het vermijden van scheuren door krimp, het bieden van weerstand tegen afschilfering van de betondekking (via huidwapening) en het voorzien van een ductiel karakter aan structurele betonelementen, waardoor een verhoogde veiligheid gecreëerd wordt bij brand en aardbevingen.

De generieke LCI-data voor de productie van betonstaal is afkomstig van de ecoinventdatabank onder de naam "Reinforcing steel, at plant/RER U", waarvan de (eerste-orde) energie- en transportgerelateerde processen van het samenstellende productiestaal geharmoniseerd werden tot de West-Europese context. De data omvat zowel een Europese mix van staallegeringen (37% via elektrische boogoven<sup>84</sup> en 64% via het Bessemerproces<sup>85</sup>) als het warmwalsproces. Naargelang de locatie van het fabricageproces van het beton (i.e. in-situ gegoten of prefab in fabriek) valt het wapeningstaal onder de transportcategorie "losse producten voor de ruwbouw" of "prefab-producten voor de ruwbouw". Voor deze analyse wordt verondersteld dat het wapeningstaal als los element naar de werf gebracht wordt. Na gebruik van het gewapend beton, wordt het gebroken en valt het wapeningstaal onder de afvalcategorie "metalen". In Hoofdstuk 2 worden de transport- en afvalcategorieën in detail besproken.

#### 5.2.4.2 Interpretatie van resultaten

##### Invloed van levenscyclusfases op het levenscyclusmilieuprofiel

De productie van wapeningstaal geldt als de dominerende levenscyclusfase voor alle individuele milieu-indicatoren (i.e. meer dan 50% van het milieuprofiel). De andere levenscyclusfases zijn voor alle indicatoren weinig of irrelevant (i.e. respectievelijk minder dan 10% en 2,5% van het milieuprofiel).

##### Invloed van milieu-indicatoren op het levenscyclusmilieuprofiel

De meest dominerende milieu-indicatoren over de gehele levenscyclus van 1kg betonstaal zijn achtereenvolgens "fijnstofvorming", "vermesting", en "klimaatsverandering". Andere gemonetariseerde milieu-indicatoren tellen minder dan 10% van het totaal geaggregeerd milieuprofiel.

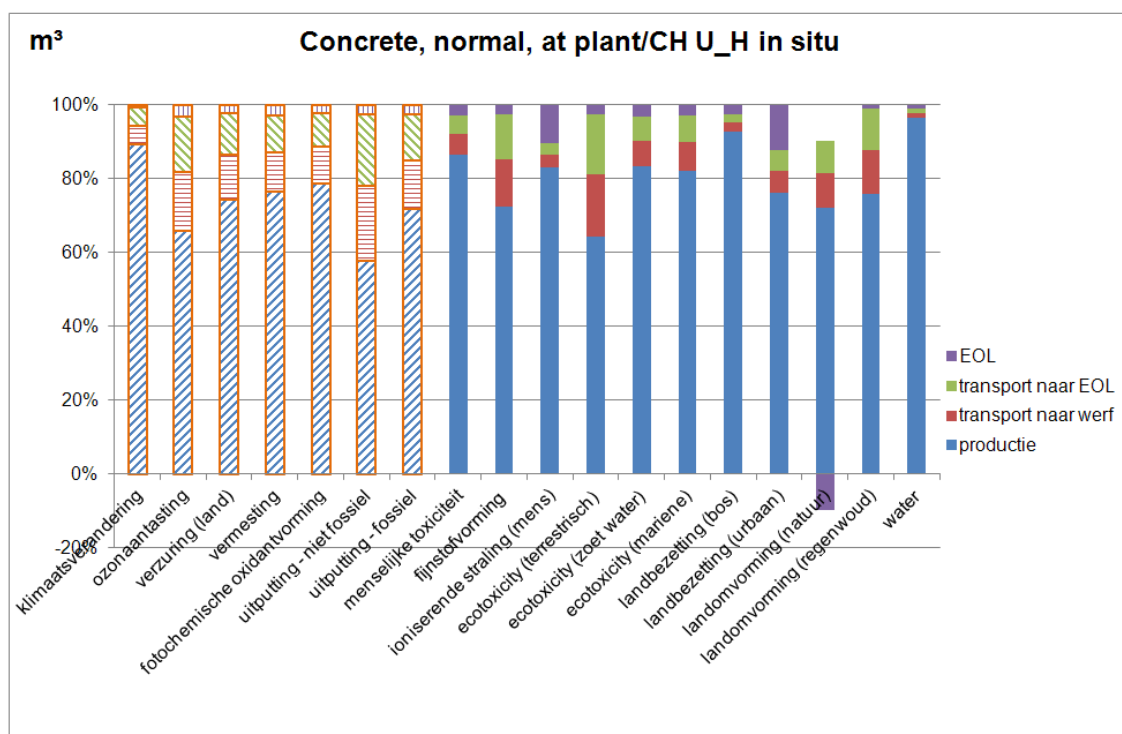
Voornamelijk emissies van kleine stofdeeltjes (i.e.  $PM_{2.5}$  en  $PM_{2.5-10}$ ),  $SO_2$  en  $NO_x$  bij het delven van de ijzererts zijn verantwoordelijk voor de potentiële impacten ten aanzien van "fijnstofvorming". Grote hoeveelheden emissies van  $CO_2$  bij het vervaardigen van ruwzijzer en via de elektriciteitsproductie voor zowel het warmwalsen als de productie van staal via elektrische boogoven zijn verantwoordelijk voor potentiële impacten ten aanzien van "klimaatsverandering". Fosfaten die vrijkomen in het grondwater bij het delven van bruin- en steenkool, nodig voor (West-Europese) elektriciteitsproductie, dragen het meest bij tot potentiële impacten ten aanzien van "zoetwatervermesting". Anderzijds dragen  $NO_x$ -emissies bij tot "mariene vermesting".

<sup>84</sup> Tijdens het elektrisch boogovenproces wordt enkel schrootmateriaal gebruikt, met andere woorden is het product op basis van 100% gerecycleerd staal. (Classen et al 2009)

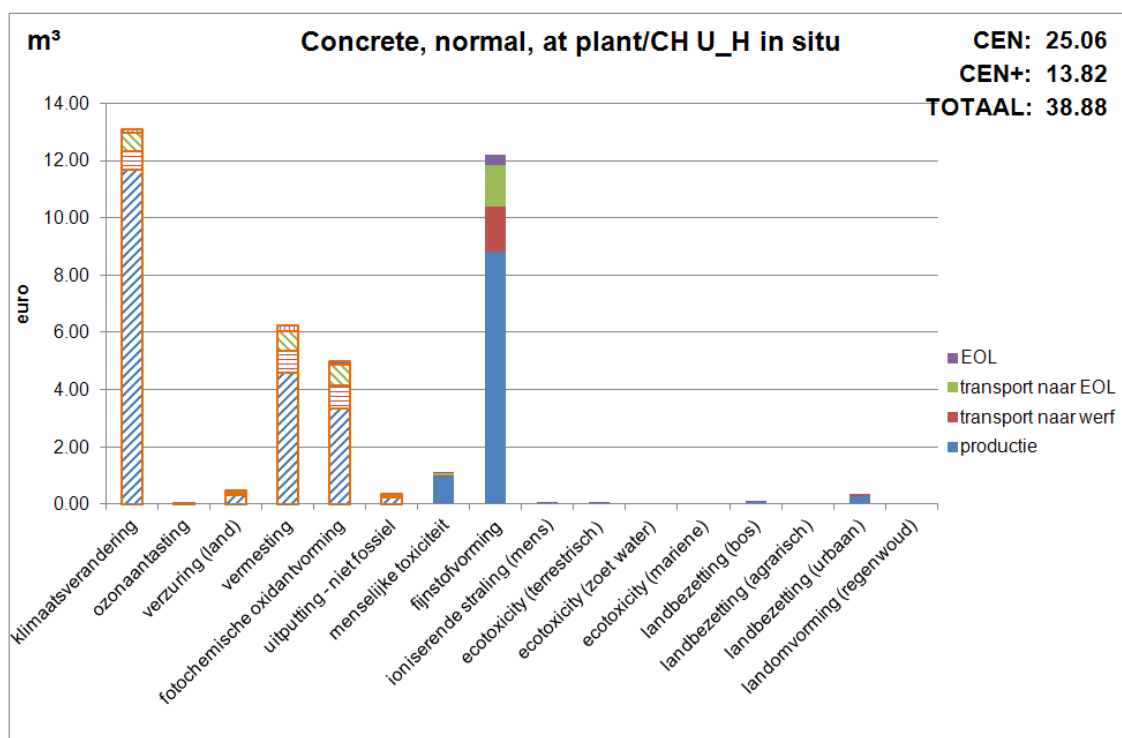
<sup>85</sup> Tijdens het Bessemerproces wordt 21% van de massa van laaggelegeerd staal schrootmateriaal gebruikt en wordt voornamelijk aangevuld door ruwzijzer. (Classen et al 2009)



## 5.2.5 Gewoon stortbeton



**Figuur 59: relatieve bijdrage van 1m<sup>3</sup>gewoon stortbeton tot individuele milieu-indicatoren, uitgedrukt per levenscyclusfase (gearceerd: CEN, vol: CEN+).**



**Figuur 60: absolute bijdrage van 1m<sup>3</sup>gewoon stortbeton tot milieu-indicatoren, uitgedrukt in euro per levenscyclusfase (gearceerd: CEN, vol: CEN+).**

### 5.2.5.1 Beschrijving van materiaal

Vandaag wordt beton voor allerhande bouwtoepassingen gebruikt, zowel voor dragende functies als voor niet-dragende en louter vormelijke toepassingen. De huidige samenstelling van beton is gekend van de negentiende eeuw en bestaat hoofdzakelijk uit cement, water en granulaten. Cement en water vormen mortel (droog) of specie (nat). Wordt daar zand aan toegevoegd, dan heet dit zandcement. Pas als granulaten toegevoegd worden, verkrijgt men beton. Doordat water met cement een chemische reactie ondergaat, ontstaat – onder droging – een zeer harde verbinding. De water/cementfactor bepaalt grotendeels de sterkte van het beton. De granulaten zorgen ervoor dat in beton grote drukkrachten kunnen opgenomen worden, terwijl zand als vulmiddel fungeert, zonder welke het cement de granulaten minder goed kan binden. Aan de basisgrondstoffen worden soms nog hulpstoffen toegevoegd zodanig dat het beton sneller droogt, beter vloeit of andere gewenste eigenschappen krijgt. In België wordt voor stortbeton courant hoogovencement CEM III A gebruikt. Dit cement bestaat uit maximum 65% hoogovenslak en de rest klinker. Portlandcement (CEM I) bestaat uit 100% klinker. (Huberty 1995, van den Dobbelsteen & Alberts 2001)

De generieke LCI-data voor de productie van gewoon stortbeton is afkomstig van de ecoinventdatabank onder de naam “Concrete, normal, at plant/CH U”. Niet alleen werden de (eerste-orde) energie- en transportgerelateerde processen geharmoniseerd tot de West-Europese context, maar ook de verhouding Portlandcement en hoogovencement werd veranderd conform de Belgische context. Er werden geen toeslagstoffen meegenomen.

Gewoon stortbeton valt onder de transportcategorie “stortbeton” en de afvalcategorie “inert afval”. In [Hoofdstuk 2](#) worden de transport- en afvalcategorieën en de wijzigingen aan het ecoinvent-productieproces van gewoon stortbeton in detail besproken.

### 5.2.5.2 Interpretatie van resultaten

#### Invloed van levenscyclusfases op het levenscyclusmilieuprofiel

Voor de meeste milieu-indicatoren brengt voornamelijk de productie van hoogovencement en Portlandcement de grootste bijdragen tot de individuele milieuprofielen. Uitzonderingen hierop zijn de milieu-indicatoren “urbane landbezetting”, “natuurlijke landomvorming” en “waterschaarste”, waar de bijdrage van het delven en breken van granulaten de grootste bijdrage leveren.

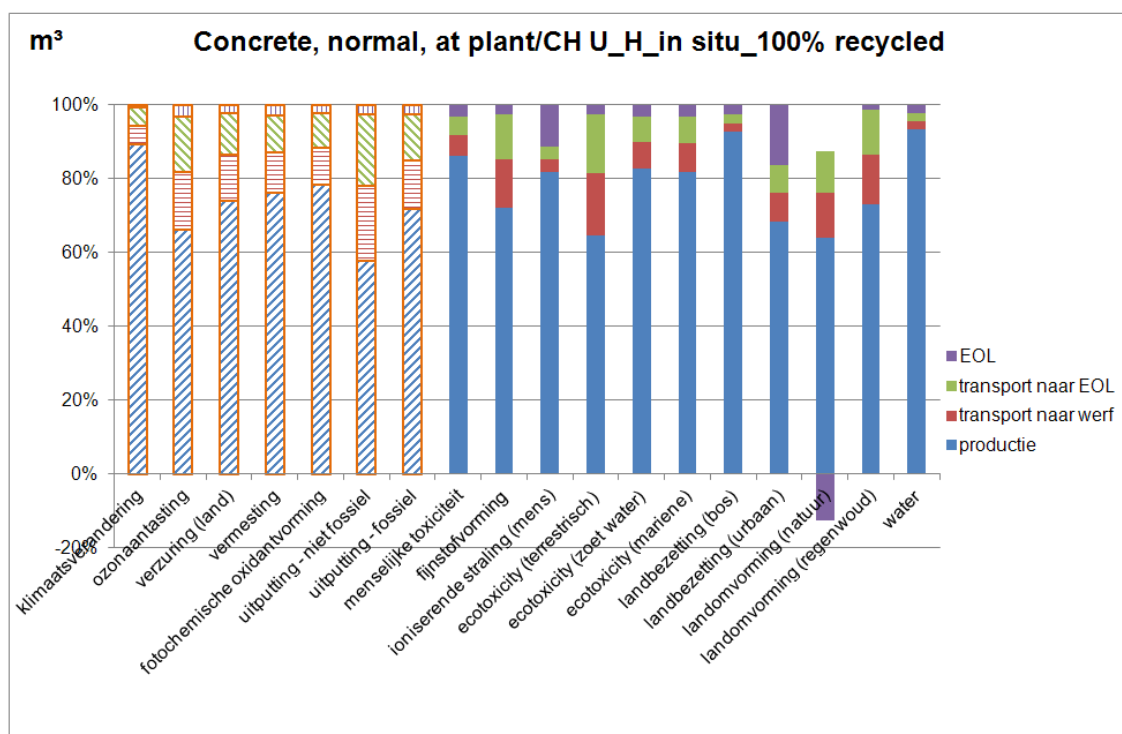
Hoewel de productie van gewoon stortbeton de dominerende levenscyclusfase is voor alle individuele milieu-indicatoren (i.e. meer dan 50% van het milieuprofiel), is het transport van de betonspecie (met inbegrip van de granulaten) naar de werf en het transport van het betonpuin naar het sorteerbedrijf en/of EOL-site verantwoordelijk voor (relatief) significante milieu-impacten voor de meeste individuele milieu-indicatoren. Dit is te danken aan de grote volumetrische massa van het stortbeton en betonpuin. Uitzonderingen hierop zijn “ioniserende straling op de mens”, “landbezetting door bos” en “waterschaarste”. Hiervoor zijn de gecumuleerde milieu-impacten kleiner dan 10% van het milieuprofiel.

#### Invloed van milieu-indicatoren op het levenscyclusmilieuprofiel

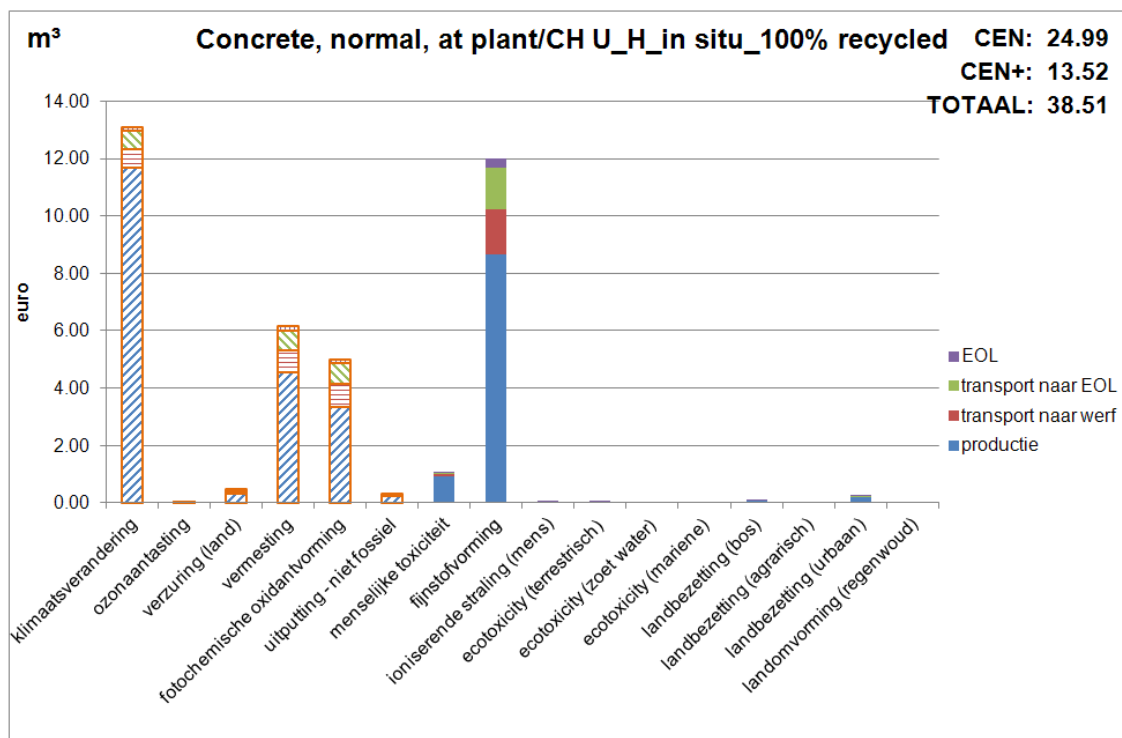
De meest dominante milieu-indicatoren over de gehele levenscyclus van 1m<sup>3</sup> gewoon stortbeton zijn achtereenvolgens “klimaatsverandering”, “fijnstofvorming”, “vermesting” en “fotochemische oxidantvorming”. Andere gemonetariseerde milieu-indicatoren tellen minder dan 10% van het totaal geaggregeerd milieuprofiel.

Voornamelijk emissies van NO<sub>x</sub>-emissies, kleine stofdeeltjes (i.e. PM<2,5µm en 2,5µm<PM<10µm) en SO<sub>2</sub> zijn verantwoordelijk voor mogelijke milieu-impacten ten aanzien van “fijnstofvorming”. Emissies van CO<sub>2</sub> dragen het meeste bij tot potentiële milieu-impacten ten aanzien van “klimaatsverandering”. Al deze stoffen komen hoofdzakelijk vrij bij de productie van het Portlandcement en het hoogovencement. NO<sub>x</sub>-emissies die vrijkomen bij de productie van klinker voor zowel hoogovencement als Portlandcement dragen het meest bij tot potentiële impacten ten aanzien van (mariene) “vermesting”. Aanvullend, dragen fosfaten die vrijkomen in het grondwater bij het delven van bruin- en steenkool, nodig voor (West-Europese) elektriciteitsproductie, bij tot potentiële impacten ten aanzien van “zoetwatervermesting”.

## 5.2.6 Gerecycleerd stortbeton (100%)



**Figuur 61: relatieve bijdrage van 1kg gerecycleerd stortbeton tot individuele milieu-indicatoren, uitgedrukt per levenscyclusfase (gearceerd: CEN, vol: CEN+).**



**Figuur 62: absolute bijdrage van 1m³ gerecycleerd stortbeton tot milieu-indicatoren, uitgedrukt in euro per levenscyclusfase (gearceerd: CEN, vol: CEN+).**

### 5.2.6.1 Beschrijving van materiaal

Gerecycleerd stortbeton wordt in deze studie gedefinieerd als stortbeton waarvan alle primaire granulaten vervangen wordt door secundaire puinggranulaten afkomstig van gebroken betonpuin. Alle andere bestanddelen komen overeen met het gewoon stortbeton. Door de vervanging van primaire granulaten heeft gerecycleerd beton andere eigenschappen dan het normale beton: het is onder andere lichter, dichter en heeft een beter brandgedrag (Meuleberg 1998). Argumenten tegen de recyclage van puinggranulaten in beton, zoals het feit dat puinggranulaten mechanisch niet sterk genoeg zouden zijn en teveel water opslorpen, houden volgens Desmyter et al weinig steek [1999]. Nochtans wordt gerecycleerd beton voornamelijk gebruikt voor toepassingen waar sterkte een minder belangrijke rol speelt (bv. sterkteklasse C12/15 of C16/20), en in een niet-schadelijke omgeving of binnenomgeving (i.e. omgevingsklasse E0 en E1).

De generieke LCI-data voor de productie, het transport (naar en van de werf) en de EOL-verwerking van gerecycleerd stortbeton steunt op de keuzes gemaakt voor het gewoon stortbeton (zie 5.2.5.1). Tijdens de productiefase wordt er rekening gehouden met het vermijden van een deel van de productie van gebroken primaire granulaten dankzij de vervanging door de secundaire puinggranulaten: i.e. 65% van de totale massa. Het overige gedeelte van de granulaten wordt toegewezen aan het gebroken vulzand.<sup>86</sup>

### 5.2.6.2 Interpretatie van resultaten

#### Invloed van levenscyclusfases op het levenscyclusmilieuprofiel

De relatieve bijdrage van de levenscyclusfases tot de individuele milieu-indicatoren van gerecycleerd stortbeton komt in grote mate overeen met het milieuprofiel van gewoon stortbeton. Met andere woorden brengt het vervangen van primaire granulaten door puinggranulaten geen noemenswaardige verschillen in de relatieve bijdrage tot de individuele milieu-impacten teweeg. Dit is te verklaren door het feit dat voor de meeste milieu-indicatoren de productie van hoogovencement en Portlandcement voor stortbeton de grootste bijdrage levert. Enkel gekeken naar de productiefase worden winsten geboekt op vlak van “urbane landbezetting” (-32%), “natuurlijke landomvorming” (-31%) en “waterschaarste” (-49%). Over de gehele levenscyclus zijn deze relatieve milieuwinsten enkel zichtbaar voor de landgerelateerde milieu-indicatoren. De milieuwinsten ten gevolge van het verminderend waterverbruik gerelateerd aan het vermeden delven van primaire grove granulaten valt in relatieve waarden voor de gehele levenscyclus niet op, gezien er nagenoeg geen waterverbruik verbonden is aan de andere levenscyclusfases.

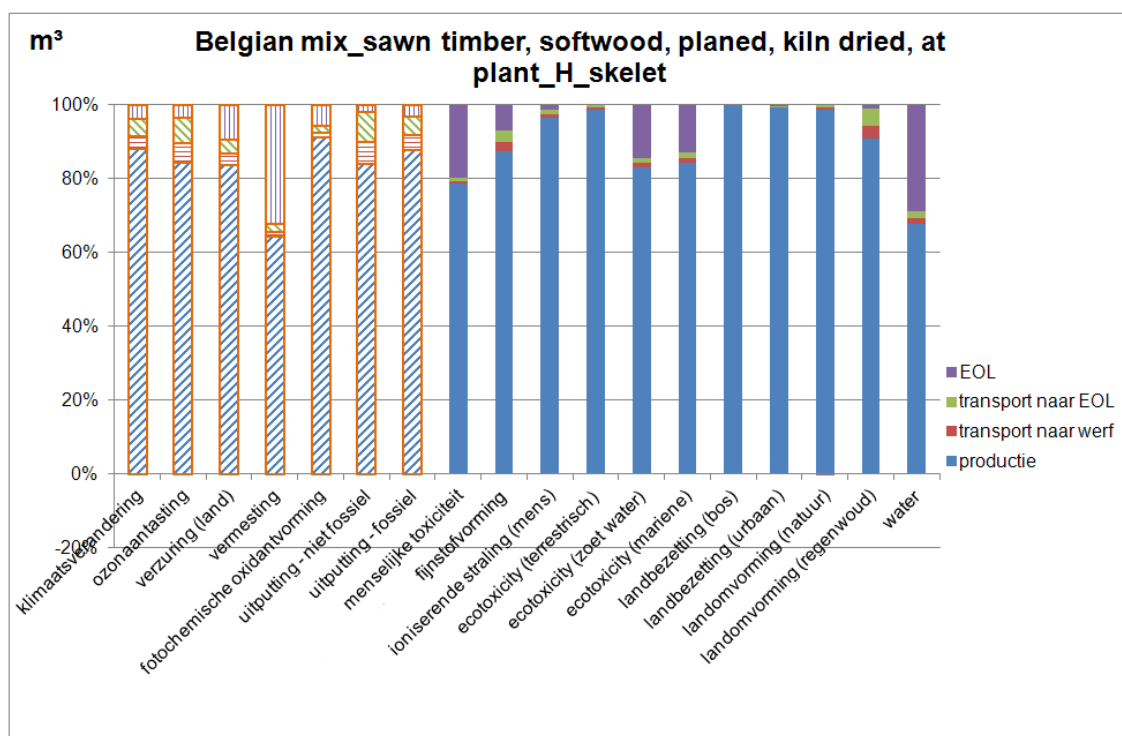
#### Invloed van milieu-indicatoren op het levenscyclusmilieuprofiel

De meest dominerende milieu-indicatoren over de gehele levenscyclus van 1m<sup>3</sup> gerecycleerd stortbeton zijn achtereenvolgens “klimaatsverandering”, “fijnstofvorming”, “vermesting” en “fotochemische oxidantvorming”. Andere gemonetariseerde milieu-indicatoren tellen minder dan 10% van het totaal geaggregeerd milieuprofiel. Deze waarnemingen komen overeen met het levenscyclusprofiel van gewoon gestort beton. Gezien de milieuwinsten gekoppeld aan “waterschaarste” en “natuurlijke landomvorming” (zonder omvorming van regenwoud) door het vervangen van primaire grove granulaten door puinggranulaten niet gemonetariseerd kunnen worden, zijn de absolute geaggregeerde scores van de levenscyclus van gerecycleerd en gewoon stortbeton (zowel CEN, CEN+ als totaal) nagenoeg identiek.

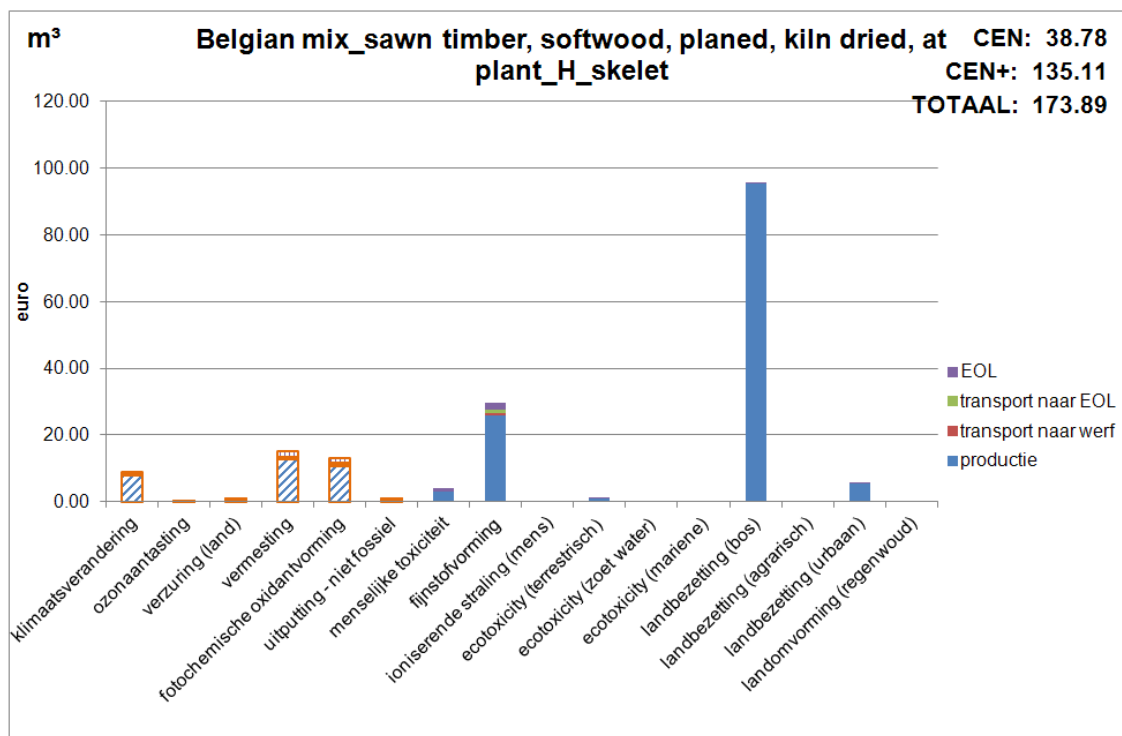
---

<sup>86</sup> Er wordt uitgegaan van een vereuropese productie van het ecoinvent-vulzand, hoofdzakelijk bestaand uit breekzand. In Vlaanderen is echter een groot gedeelte van het vulzand afkomstig van los zand. Op basis van het Vlaams Algemeen Oppervlaktedelfstoffenplan [2008] werd door Janssen et al [2010] berekend dat 93% van al het Vlaams zand (zowel lokaal als geïmporteerd) bestaat uit los zand, gewonnen als los zand in groeves of gerelateerd aan de grindwinningen. Het overige gedeelte bestaat uit breekzand, afkomstig van het breken van grind en andere gesteenten. Op basis van gevoeligheidsanalyses kan er geconcludeerd worden dat het zandtype (i.e. los of gebroken) een zeer klein verschil geeft in de geaggregeerde scores (i.e. minder dan 5%) en weinig significante verschillen geeft voor de meeste individuele milieu-indicatoren (i.e. minder dan 10%), met uitzondering van “urbane landbezetting”, “landomvorming (natuurlijke en regenwoud)”, waar de verschillen tussen 10% en 15% liggen, en “waterschaarste” waar de verschillen bijna 50% dragen ten voordele van stortbeton op basis van hoofdzakelijk los zand.

## 5.2.7 Gezaagd zacht hout volgens de Belgische houtmix



**Figuur 63: relatieve bijdrage van 1kg gezaagd zacht hout volgens de Belgisch houtmix tot individuele milieu-indicatoren, uitgedrukt per levenscyclusfase (gearceerd: CEN, vol: CEN+).**



**Figuur 64: absolute bijdrage van 1m³ gezaagd zacht hout volgens de Belgisch houtmix tot milieu-indicatoren, uitgedrukt in euro per levenscyclusfase (gearceerd: CEN, vol: CEN+).**

### 5.2.7.1 Beschrijving van materiaal

Hout is een natuurlijk materiaal dat door bomen geproduceerd wordt uit water en CO<sub>2</sub> met behulp van zonne-energie. Hout kan zowel voor dragende functies als niet-dragende en vormelijke toepassingen gebruikt worden: gaande van houten balken en wandskeletbouw, regelwerk, raamkaders tot gevelbekleding en meubilair. Hier wordt enkel gezaagd kernhout van naaldbomen toegepast in een (dragend) wandskeletbouw besproken. In België wordt voor deze toepassing veelal Europees Douglas/Oregon Pine, (Noords) Grenen of Vurenhout gebruikt. ([Woodforum 2012](#))

De Europese norm EN 350.2 preciseert de indeling in duurzaamheidsklassen en de weerstand tegen insecten van de meeste houtsoorten die in Europa worden gebruikt. In België bevinden de vermelde houtsoorten zich niet hoger dan duurzaamheidsklasse III (i.e. kernhout waarvan de gemiddelde levensduur van een paaltje van 50 x 50mm in grondcontact 10 to 15jaar meegaat). In de bouwpraktijk worden dergelijke houtsoorten voor toepassingen die mogelijks blootgesteld worden aan wind of zich bevinden in een zeer vochtige omgeving meestal chemisch verduurzaamd tegen aantasting door insecten en schimmels. ([Woodforum 2012](#); [FOD Economie 2009](#))

Voor de modellering van het productieproces (inclusief bosbouw, kappen, ontschorsen, ontkruinen, schaven en verzagen van het zacht hout) wordt beroep gedaan op generieke LCI geleverd door ecoinvent onder de naam "Sawn timber, softwood, planed, kiln dried, at plant/RER U". Op basis van een (niet-gepubliceerde) enquête uitgevoerd door het WTCB, werden de transportafstanden en -modi van het bos naar de zagerij veranderd conform de mix van geïmporteerd (58%) en lokaal gekweekt (42%) zacht hout. Gezien ecoinvent uitgaat van duurzaam bosbeheer, wordt na de houtkap van (extensief) bos op dezelfde oppervlakte (intensief) bos aangeplant. Gezaagd zacht hout voor gebruik in een wandskelet valt onder de transportcategorie "prefabproducten voor de ruwbouw" en de afvalcategorie "chemisch verduurzaamd hout". In [Hoofdstuk 2](#) worden het transport vanuit bos naar de zagerij, transport naar de werf en de afvalverwerking van gezaagd zacht hout in detail besproken.

### 5.2.7.2 Interpretatie van resultaten

#### Invloed van levenscyclusfases op het levenscyclusmilieuprofiel

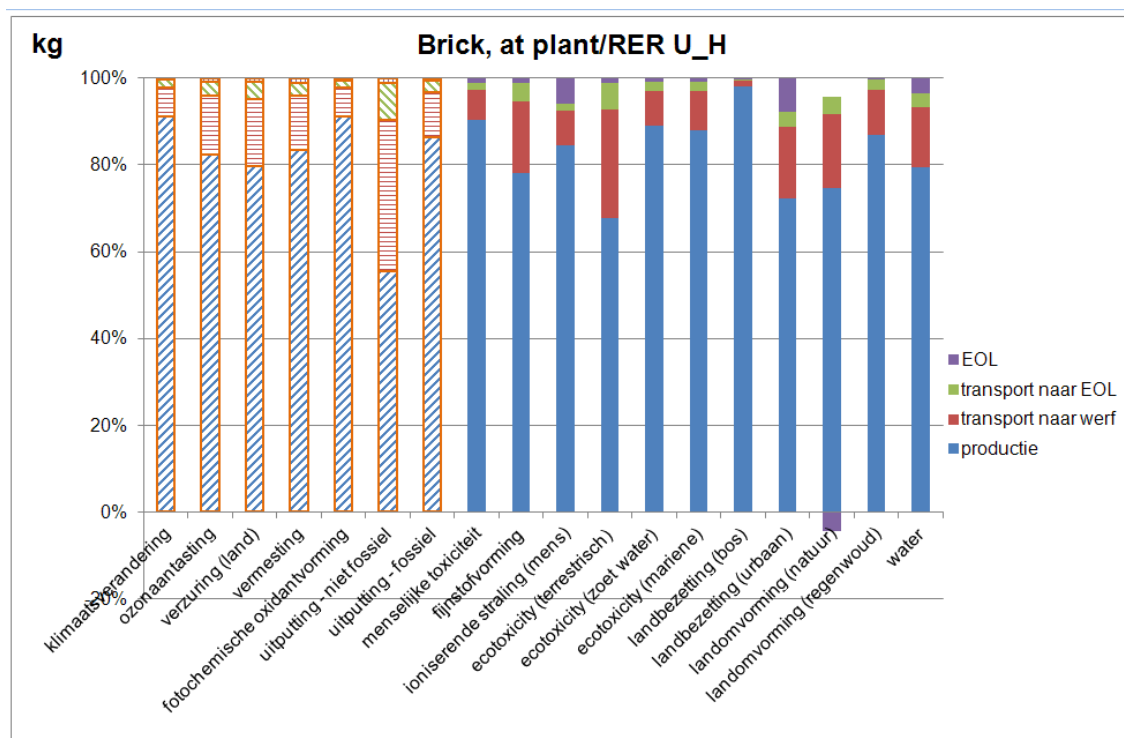
De productie van gezaagd hout geldt als de dominerende levenscyclusfase voor alle individuele milieu-indicatoren (i.e. meer dan 50% van het milieuprofiel). De andere levenscyclusfases zijn voor de meeste indicatoren weinig tot niet relevant (i.e. respectievelijk minder dan 25% en 10% van het milieuprofiel). Het transport van het hout naar de werf en naar de EOL-site spelen voor alle indicatoren een weinig significante rol (i.e. minder dan 10% van het milieuprofiel). Het verbranden van het chemisch verduurzaamd hout na gebruik is weliswaar verantwoordelijk voor een significante bijdrage van meer dan 25% voor de indicatoren "vermesting" en "waterschaarste".

#### Invloed van milieu-indicatoren op het levenscyclusmilieuprofiel

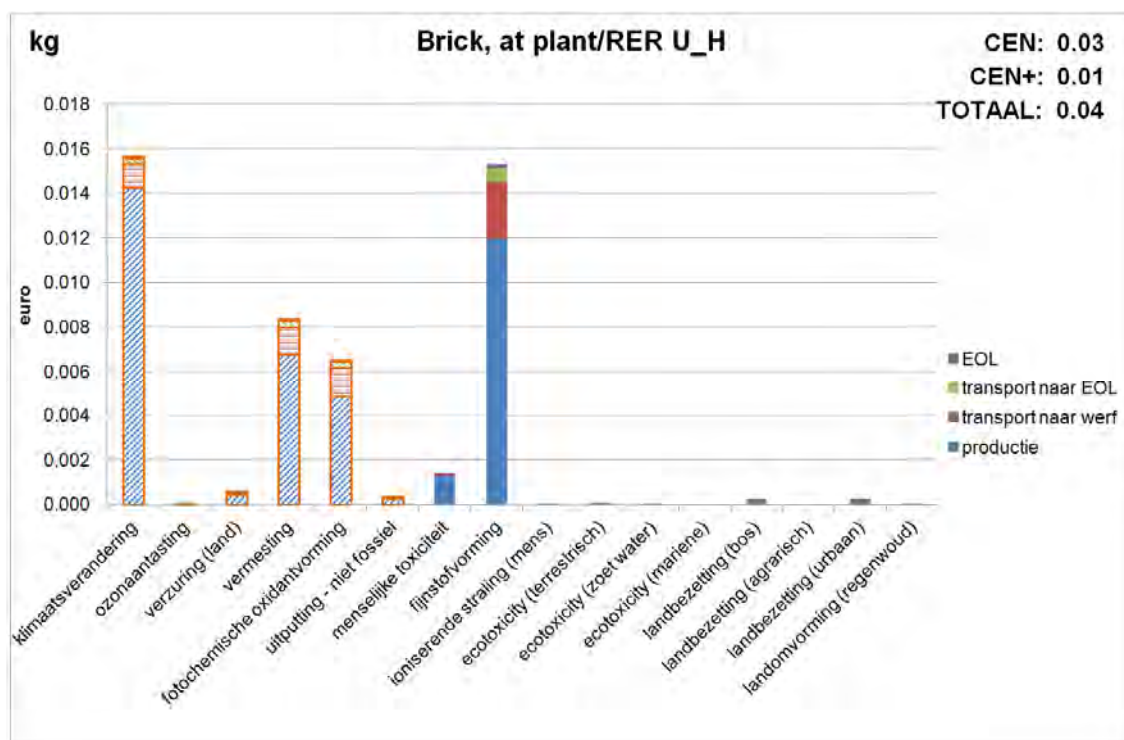
De meest dominerende milieu-indicatoren over de gehele levenscyclus van 1m<sup>3</sup> gezaagd zacht hout zijn achtereenvolgens "landbezetting door bos", "fijnstofvorming" en "vermesting". Andere gemonetariseerde milieu-indicatoren tellen minder dan 10% van het totaal geaggregeerd milieuprofiel. Door de lange duur en benodigde oppervlakte om bomen te laten groeien zijn de impacten van landbezetting door bosbouw logischerwijs hoog. Naast bosbouw zijn de mechanische processen die leiden tot gezaagd zacht hout (i.e. kappen, ontschorsen, ontkruinen, schaven en verzagen) verantwoordelijk voor potentiële impacten ten aanzien van "fijnstofvorming". Tijdens deze processen komen hoofdzakelijk kleine stofdeeltjes (PM < 2,5µm), NO<sub>x</sub> en SO<sub>2</sub> vrij die mogelijks schadelijke effecten hebben op de menselijke gezondheid. Transportprocessen van het zacht hout naar de zagerij, naar de werf en naar de EOL-verwerkingsite via vrachtwagen zijn eveneens verantwoordelijk voor de uitstoot van NO<sub>x</sub> en fosfaten. Beide emissies hebben een aanzienlijke bijdrage tot de indicator "vermesting" (respectievelijk "mariene en zoetwatervermesting").



## 5.2.8 Snelbouwbaksteen



**Figuur 65: relatieve bijdrage van 1kg snelbouwbaksteen tot individuele milieu-indicatoren, uitgedrukt per levenscyclusfase (gearceerd: CEN, vol: CEN+).**



**Figuur 66: absolute bijdrage van 1kg snelbouwbaksteen tot milieu-indicatoren, uitgedrukt in euro per levenscyclusfase (gearceerd: CEN, vol: CEN+).**

### 5.2.8.1 Beschrijving van materiaal

De typische snelbouwbaksteen is een holle baksteen die gemaakt wordt door het kleimengsel door een strengpers te voeren, waardoor er kanalen ontstaan in de steen. Dit bespaart materiaal en geeft een lichtere, iets beter thermisch (en soms akoestisch) isolerende bouwsteen (van den Dobbelsteen & Alberts 2005). Het formaat van snelbouwbakstenen is veelal groter dan andere bakstenen, zoals gevelbakstenen, waardoor het handiger is om te vermetsen of te verlijmen. Snelbouwbakstenen worden in België veelal toegepast als dragend deel van buitenwanden en als binnenwand (al dan niet dragend).

De generieke LCI-data voor de productie van snelbouwbaksteen is afkomstig van de ecoinventdatabank onder de naam “Brick, at plant/RER U”, waarvan de (eerste-orde) energie- en transportgerelateerde processen geharmoniseerd werden tot de West-Europese context. Ecoinvent houdt geen rekening met procesgerelateerde emissies bij het drogen en bakken van de klei.<sup>87</sup> De resultaten worden hier uitgedrukt per kg, waardoor abstractie gemaakt wordt van de kanalen ten opzichte van een volle baksteen. Op verwerkt materiaalniveau wordt hier wel rekening mee gehouden. Verpakking van de snelbouwbakstenen voor transport door middel van LDPE-film en houten EUR-palletten<sup>88</sup> wordt meegenomen in het productieproces. Snelbouwbaksteen valt onder de transportcategorie “losse producten voor de ruwbouw” en de afvalcategorie “inert afval”. In Hoofdstuk 2 worden de transport- en afvalcategorieën in detail besproken.

### 5.2.8.2 Interpretatie van resultaten

#### Invloed van levenscyclusfases op het levenscyclusmilieuprofiel

De productie van snelbouwbaksteen geldt als de dominerende levenscyclusfase voor alle individuele milieu-indicatoren (i.e. meer dan 50% van het milieuprofiel). De andere levenscyclusfases zijn voor de meeste indicatoren redelijk relevant, weinig relevant tot niet relevant (i.e. respectievelijk minder dan 25%, 10% en 2,5% van het milieuprofiel). Gezien het merendeel van de snelbouwbaksteen na gebruik (95% conform de afvalcategorie “inert afval”) gerecycleerd wordt (hoofdzakelijk als onderlaag van wegen), weegt de EOL-fase weinig tot niet mee in het milieuprofiel. Naast de productiefase, wegen transport naar de werf en naar de EOL-fase wel redelijk significant mee: voornamelijk voor de indicatoren “uitputting van niet-fossiele grondstoffen” en “terrestrische ecotoxiciteit”: i.e. respectievelijk meer dan 40% en 30%.

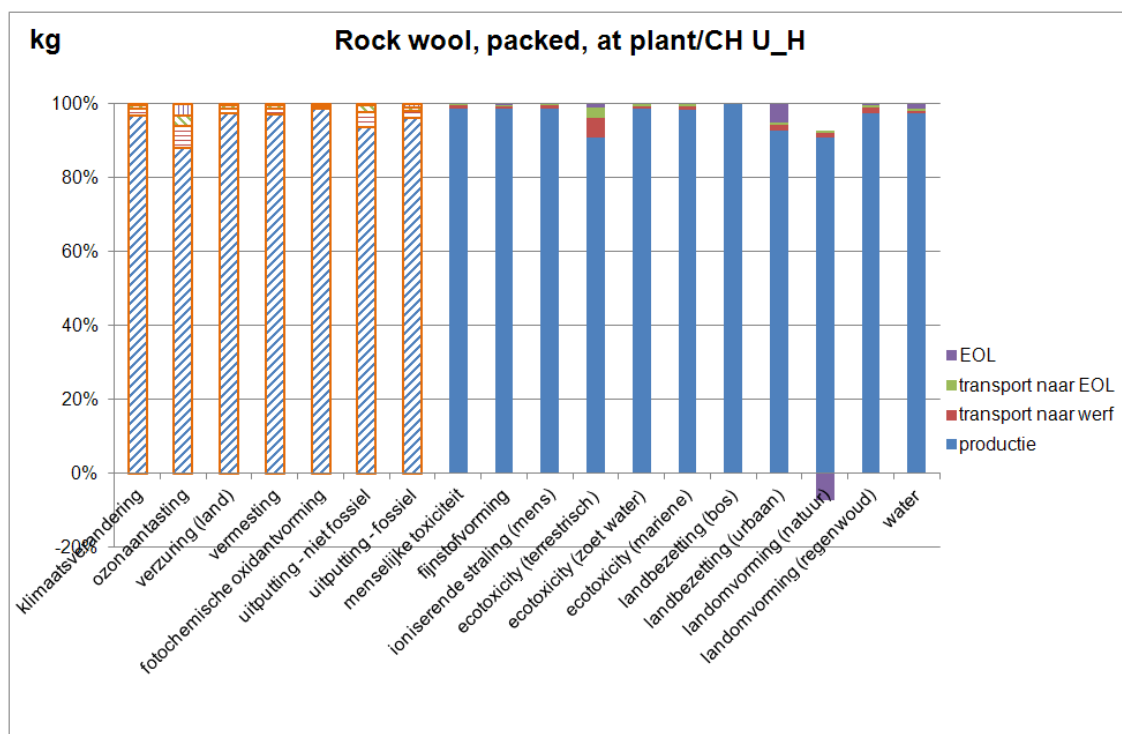
#### Invloed van milieu-indicatoren op het levenscyclusmilieuprofiel

De meest dominerende milieu-indicatoren over de gehele levenscyclus van 1kg snelbouwbaksteen zijn achtereenvolgens “klimaatverandering”, “fijnstofvorming”, “vermesting” en “fotochemische oxidantvorming”. Andere gemonetariseerde milieu-indicatoren tellen minder dan 10% van het totaal geaggregeerd milieuprofiel. De potentiële bijdrage van CO<sub>2</sub>-emissies tot “klimaatverandering” zijn hoofdzakelijk te wijten aan de energiereelateerde processen tijdens het productieproces van de snelbouwbaksteen. De productieprocessen zijn tevens verantwoordelijk voor de grootste uitstoot van NO<sub>x</sub>, kleine stofdeeltjes (i.e. PM<2.5µm) en SO<sub>2</sub> die mogelijks bijdrage leveren tot “fijnstofvorming”. Ook het delven van klei (hoofdzakelijk via uitstoot van PM<2.5µm en NO<sub>x</sub>) en het transport van de snelbouwbakstenen naar de werf en naar de EOL-verwerkingsite via vrachtwagen (hoofdzakelijk via uitstoot van NO<sub>x</sub>, PM<2.5µm en SO<sub>2</sub>) dragen een belangrijk deel bij tot “fijnstofvorming”. Fosfaten die vrijkomen in het grondwater bij het delven van bruin- en steenkool, nodig voor (West-Europese) elektriciteitsproductie, dragen het meest bij tot potentiële impacten ten aanzien van “zoetwatervermesting”. Anderzijds, dragen NO<sub>x</sub>-emissies eveneens bij tot “mariene vermesting” en “fotochemische oxidantvorming”. Hiernaast dragen niet-methaangerelateerde volatiele stoffen (NMVOS) in het productieproces in mindere mate bij tot “fotochemische oxidantvorming”.

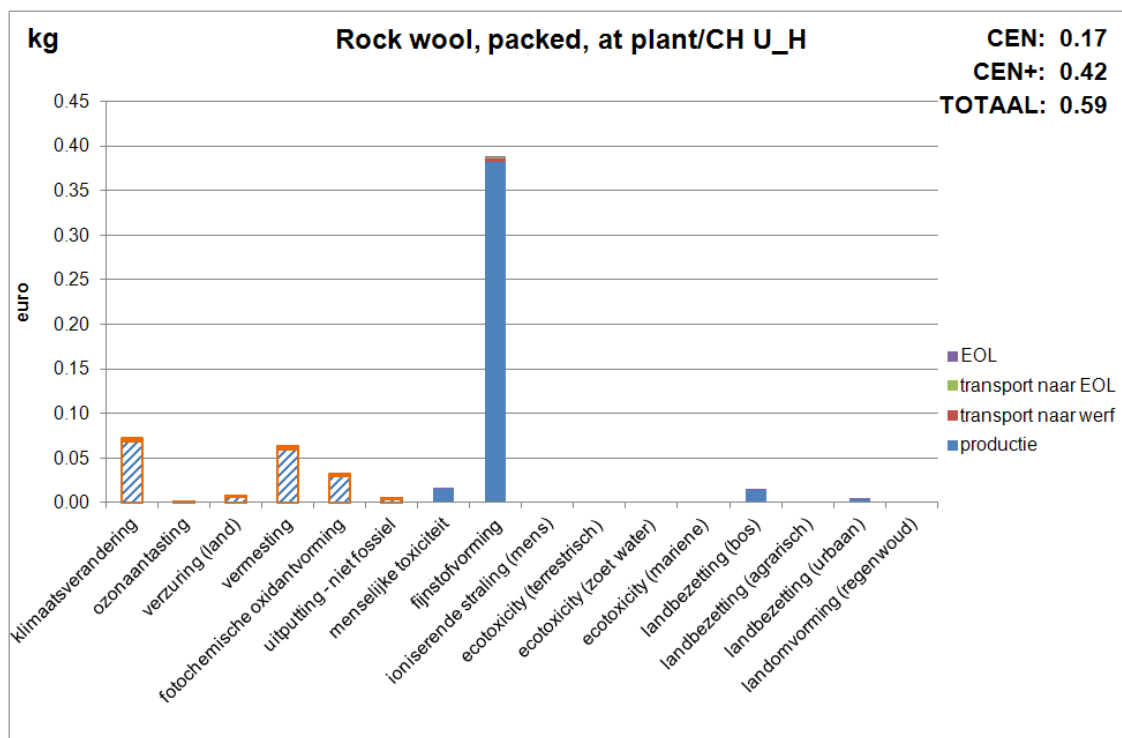
<sup>87</sup> Procesgerelateerde emissies bij het drogen en bakken van de klei werden wel opgenomen in de sectorspecifieke LCI-data geleverd door de Belgische Baksteenfederatie (BBF).

<sup>88</sup> EUR-paletten (ook gekend als Euro-paletten of EPAL-paletten) zijn gestandaardiseerde paletten volgens de European Pallet Association (EPAL). Deze gestandaardiseerde paletten (1200x800x144mm) werken hergebruik en terugname in de hand.

## 5.2.9 Rotswol



**Figuur 67: relatieve bijdrage van 1kg rotswol tot individuele milieu-indicatoren, uitgedrukt per levenscyclustofase (gearceerd: CEN, vol: CEN+).**



**Figuur 68: absolute bijdrage van 1kg rotswol tot milieu-indicatoren, uitgedrukt in euro per levenscyclustofase (gearceerd: CEN, vol: CEN+).**

### 5.2.9.1 Beschrijving van materiaal

Rotswol is een veel toegepast isolatiemateriaal. Het is verkrijgbaar in oprolbare of stijve isolatiedekens of geperste platen. Sinds de opkomst en het verstrengen van de energieprestatieregelgeving van gebouwen is thermische isolatie steeds dikker geworden en komen oprolbare dekens steeds minder voor. Rotswol wordt gebruikt als gevel-, vloer- of dakisolatie of als vulmateriaal voor gaten en kieren. De geperste platen zijn beloopbaar en worden daarom gebruikt in platte daken en als onderlaag voor vloeren. Rotswol heeft tevens ook goede brandwerende, waterafstotende en akoestische eigenschappen. (van den Dobbelsteen & Alberts 2005)

De generieke LCI-data voor de productie van een gemiddelde rotswolmat (met densiteit tussen 32 en 120 kg/m<sup>3</sup> en een warmteweerstand tussen 0,034 en 0,038 W/mK) is afkomstig van de ecoinventdatabank onder de naam “Rock wool, packed, at plant/CH U”, waarvan de (eerste-orde) energie- en transportgerelateerde processen geharmoniseerd werden tot de West-Europese context. Verpakking van de rotswol voor transport door middel van LDPE-film en houten EUR-palletten<sup>89</sup> wordt meegenomen in het productieproces. Rotswol valt onder de transportcategorie “isolatie” en de afvalcategorie “niet-brandbare isolatie”. In Hoofdstuk 2 worden de transport- en afvalcategorieën in detail besproken.

### 5.2.9.2 Interpretatie van resultaten

#### Invloed van levenscyclusfases op het levenscyclusmilieuprofiel

De productie van rotswol geldt als de dominerende levenscyclusfase voor alle individuele milieu-indicatoren (i.e. meer dan 50% van het milieuprofiel). De andere levenscyclusfases zijn voor alle indicatoren niet relevant (i.e. minder dan 10% van het milieuprofiel).

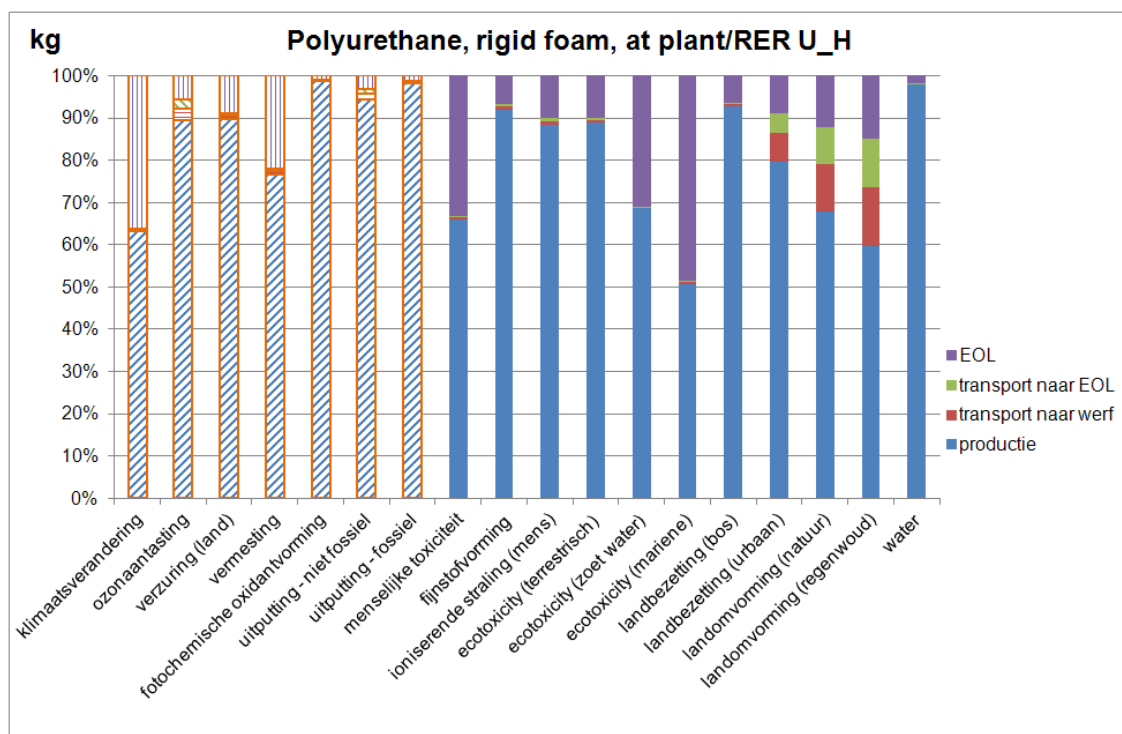
#### Invloed van milieu-indicatoren op het levenscyclusmilieuprofiel

De meest dominerende milieu-indicatoren over de gehele levenscyclus van rotswol zijn achtereenvolgens “fijnstofvorming”, “klimaatsverandering” en “vermesting”. Andere gemonetariseerde milieu-indicatoren tellen minder dan 10% van het totaal geaggregeerd milieuprofiel.

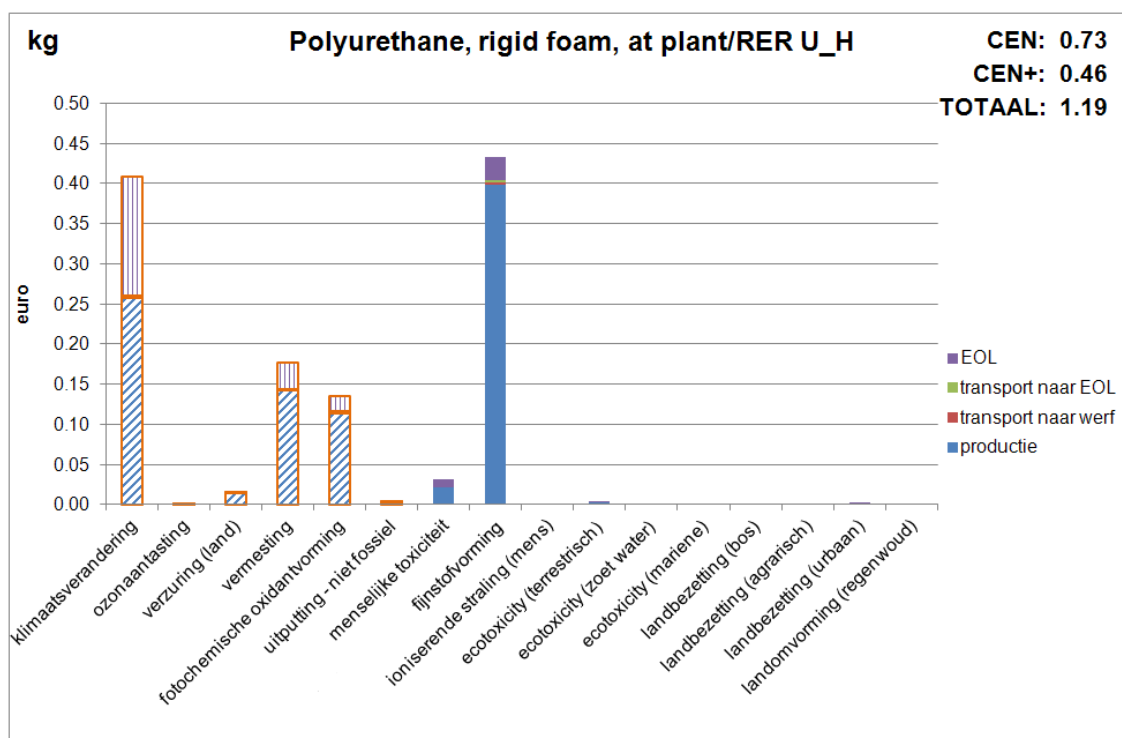
Uitstoot van stofdeeltjes (zowel PM<2.5µm als 2.5µm<PM<10µm) en in mindere mate SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> en NH<sub>3</sub> zijn verantwoordelijk voor potentiële impacten ten aanzien van “fijnstofvorming”. Deze emissies komen hoofdzakelijk vrij tijdens het delven van basalt en bauxiet als grondstoffen voor de rotswol en bij het delven van steenkool als energiedrager. Daarnaast komen ook nog stofdeeltjes (en precursoren) vrij tijdens het productieproces. Potentiële impacten ten aanzien van klimaatsveranderingen zijn hoofdzakelijk te verklaren door uitstoot van CO<sub>2</sub> (en in mindere mate methaan) bij energiegerelateerde productieprocessen. Fosfaten die vrijkomen in het grondwater bij het delven van bruin- en steenkool, nodig voor (West-Europese) elektriciteitsproductie, dragen het meest bij tot potentiële impacten ten aanzien van “zoetwatervermesting”. Anderzijds dragen NO<sub>x</sub>-emissies (hoofdzakelijk te wijten aan mijnactiviteiten en achterliggende transportactiviteiten) eveneens bij tot “mariene vermesting”.

<sup>89</sup> EUR-palletten (ook gekend als Euro-palletten of EPAL-palletten) zijn gestandaardiseerde palletten volgens de European Pallet Association (EPAL). Deze gestandaardiseerde palletten (1200x800x144mm) werken hergebruik en terugname in de hand. In België worden door de producent Rockwool op maat gemaakte palletten gebruikt die zich beter lenen tot het vervoer van rotswol. Deze lichtgewichtpalletten werden niet meegenomen in de (geharmoniseerde) generieke data, maar wel in de sectorspecifieke LCI-data geleverd door Rockwool.

## 5.2.10 PUR (harde plaat)



**Figuur 69: relatieve bijdrage van 1kg PUR (hard) tot individuele milieu-indicatoren, uitgedrukt per levenscyclusfase (gearceerd: CEN, vol: CEN+).**



**Figuur 70: absolute bijdrage van 1kg PUR (hard) tot milieu-indicatoren, uitgedrukt in euro per levenscyclusfase (gearceerd: CEN, vol: CEN+).**

### 5.2.10.1 Beschrijving van materiaal

PUR of polyurethaan is een thermoharder met een grote warmteweerstand. Het wordt in de bouwsector zowel gebruikt als zacht als hard isolatieschuim en voor kierdichting. Hier wordt enkel de harde isolatievariant beschouwd. Als synthetisch isolatiemateriaal worden de volgende producten gebruikt bij de productie van harde PUR-platen: aardolie, propeen- en etheendioxide, ethyleenglycol, fosgeen, adipinezuur, toluendiamine, bezeen en methyleendiphenyldiisocynaat (MDI) of toluendiisocynaat (TDI). In plaats van aardolie is tegenwoordig ook PUR beschikbaar waarin soja-olie is verwerkt ([van den Dobbelsteen & Alberts 2005](#)). Hier beschouwd men echter de traditionele variant op basis van aardolie.

De generieke LCI-data voor de productie van een gemiddelde harde PUR-plaat (met dichtheid tussen 30 en 60 kg/m<sup>3</sup> en een warmteweerstand tussen 0,026 en 0,035 W/mK) is afkomstig van de ecoinventdatabank onder de naam "Polyurethane, rigid foam, at plant/RER U", waarvan de (eerste-orde) energie- en transportgerelateerde processen geharmoniseerd werden tot de West-Europese context. Harde PUR valt onder de transportcategorie "isolatie" en de afvalcategorie "brandbare isolatie". In [Hoofdstuk 2](#) worden de transport- en afvalcategorieën in detail besproken.

### 5.2.10.2 Interpretatie van resultaten

#### Invloed van levenscyclusfases op het levenscyclusmilieuprofiel

De productie van harde PUR geldt als de dominerende levenscyclusfase voor alle individuele milieu-indicatoren (i.e. meer dan 50% van het milieuprofiel). Voor de indicator "mariene ecotoxiciteit" is de EOL-fase echter bijna even belangrijk als de productiefase. Ook voor de indicatoren "klimaatsverandering", "menselijke toxiciteit" en "zoetwaterecotoxiciteit" is de EOL-fase redelijk significant. De transportfases naar de werf en naar de EOL-site zijn enkel van belang voor de indicatoren "landomvorming van tropisch regenwoud", "natuurlijke landomvorming" en "urbane landbezetting" (i.e. meer dan 10% van het milieuprofiel). Dit is voornamelijk te verklaren door het kleine aandeel van het productieproces aan deze indicatoren (en dus niet zo zeer van de impact van het transport). Voor de andere indicatoren vallen deze transportfases buiten beschouwing.

#### Invloed van milieu-indicatoren op het levenscyclusmilieuprofiel

De meest dominerende milieu-indicatoren over de gehele levenscyclus van 1kg harde PUR-plaat zijn achtereenvolgens "fijnstofvorming", "klimaatverandering", "vermesting" en "fotochemische oxidantvorming". Andere gemonetariseerde milieu-indicatoren tellen minder dan 10% van het totaal geaggregeerd milieuprofiel.

De chemische productie van MDI en de polyolen zijn verantwoordelijk voor de grootste potentiële impacten ten aanzien van de vernoemde gemonetariseerde milieu-indicatoren. In deze productieprocessen is er uitstoot van SO<sub>2</sub>, PM<2,5µm, NO<sub>x</sub> en 2,5µm<PM<10µm die een mogelijke bijdrage leveren tot de indicator "fijnstofvorming". Samen met de uitstoot van niet-methaangerelateerde volatiele stoffen (NMVOS) en pentaan, zijn de SO<sub>2</sub>- en NO<sub>x</sub>-emissies ook verantwoordelijk voor potentiële impacten ten aanzien van "fotochemische oxidantvorming". Emissies van hoofdzakelijk CO<sub>2</sub> en in mindere mate methaan dragen potentieel het meeste bij tot "klimaatsverandering". Ook CO<sub>2</sub>-emissies tijdens het verbranden van PUR na gebruik dragen hier aanzienlijk bij. Emissies van hoofdzakelijk NO<sub>x</sub>, stikstof en nitraat dragen mogelijk bij tot "mariene vermesting". Fosfaten die vrijkomen in het grondwater bij het delven van bruin- en steenkool, nodig voor (West-Europese) elektriciteitsproductie, dragen het meest bij tot potentiële impacten ten aanzien van "zoetwatervermesting".



## 5.3 Conclusies

Op basis van de beperkte selectie van materialen kunnen geen besluiten getrokken worden over de gehele Belgische bouwmaterialensector. Daarenboven kunnen de geselecteerde materialen voor verschillende toepassingen gebruikt worden en zijn hierdoor de milieu-impacten onderling niet vergelijkbaar. Een uitzondering hierop zijn de milieu-impacten van het gewoon en gerecycleerd stortbeton, indien het gebruikt wordt voor dezelfde toepassing(en). We beperken ons hier tot enkele algemene en merkwaardige bevindingen op basis van de resultaten uit de vorige paragrafen.

### **Invloed van levenscyclusfases op het levenscyclusmilieuprofiel**

Uit de resultaten blijkt dat de productiefase (inclusief de extractie van grondstoffen en/of teelt) de dominante levenscyclusfase is voor bijna alle milieu-indicatoren (i.e. meer dan 50% van het milieuprofiel). Uitzonderingen hierop zijn gevonden voor de indicatoren aangaande “urbane landbezetting” (EPDM), “natuurlijke landomvorming” (cellenbeton), “menselijke toxiciteit” (cellulosevlokken), “zoetwaterecotoxiciteit” (cellulosevlokken), “mariene ecotoxiciteit” (cellulosevlokken) en “waterschaarste” (cellulosevlokken). In al deze gevallen speelt de EOL-verwerking een dominante of zeer belangrijke rol (i.e. 25%-50% van het milieuprofiel). De transportfases (naar de werf en naar de EOL-verwerkingssite) spelen bij geen van alle geanalyseerde materialen een dominante rol. Hun relatief belang in het milieuprofiel varieert sterk. Zo spelen transport naar de werf en naar de EOL-verwerkingssite een redelijk belangrijke rol in de levenscyclus van (1m<sup>3</sup>) gewoon en gerecycleerd beton voor bijna alle milieu-indicatoren. Anderzijds zijn beide fases niet significant (i.e. kleiner dan 2,5%) of weinig belangrijk (i.e. tussen 2,5% en 10%) in de levenscyclus van (1kg) betonstaal en (1kg) rotswol voor de individuele milieuprofielen.

### **Invloed van milieu-indicatoren op het levenscyclusmilieuprofiel**

Kijkend naar het belang van de milieu-indicatoren op basis van de gemonetariseerde scores, blijken sommige indicatoren meer belang te hebben dan andere. Op basis van de 10 geanalyseerde materialen spelen “klimaatsverandering”, “fijnstofvorming”, “vermesting” en “fotochemische oxidantvorming” (smogvorming) een dominante, zeer belangrijke of redelijk belangrijke rol in het totaal geaggregeerd milieuprofiel van bijna alle materialen. Uitzonderingen hierop zijn de levenscycli van 1kg betonstaal, 1kg rotswol en 1m<sup>3</sup> gezaagd zachthout (volgens de Belgische houtmix), waar “fotochemische oxidantvorming” maar een beperkte invloed uitoefent. Voor gezaagd zachthout wordt “landbezetting door bosbouw” zelfs als dominante milieu-indicator beschouwd en heeft “klimaatsverandering” maar weinig belang over de gehele levenscyclus van het materiaal. Voor de levenscyclus van 1kg cellulosevlokken heeft ook “menselijke toxiciteit” enige invloed op het totaal geaggregeerd milieuprofiel. De resterende milieu-indicatoren blijken een weinig of niet belangrijke rol uit te oefenen op het geaggregeerd milieuprofiel. Gezien de beperkte selectie, wil dit echter niet zeggen dat ze geen significante rol kunnen spelen voor het milieuprofiel van andere materialen. Het verwijderen van deze indicatoren voor de bepaling van de milieu-impacten is dus voorbarig. Er dient tevens opgemerkt te worden dat sommige CEN+ milieu-indicatoren (zijnde indicatoren die momenteel nog niet meegenomen worden door de Europese normering inzake de bepaling van milieu-impacten van bouwproducten) echter een belangrijke rol kunnen spelen in het totaal geaggregeerd milieuprofiel. Voor de verdere milieu-impactanalyse op verwerkt materiaalniveau en gebouwelementniveau worden dus alle milieu-indicatoren behouden.

### **Bijdrage van emissies en processen tot significante milieu-indicatoren**

Op basis van een gedetailleerde analyse, uitgevoerd met behulp van de software SimaPro, werden de belangrijkste onderliggende processen en emissies geïdentificeerd die een potentiële bijdrage leveren tot de significante gemonetariseerde milieu-indicatoren. Hieruit blijkt dat vaak emissies van CO<sub>2</sub> (ten aanzien van “klimaatsverandering”), NO<sub>x</sub> (ten aanzien van “fijnstofvorming”, “mariene vermesting” en “fotochemische oxidantvorming”), SO<sub>2</sub> (ten aanzien van “fijnstofvorming” en “fotochemische oxidantvorming”), stofdeeltjes (i.e. PM<sub>2,5</sub> en 2,5µm<PM<10µm ten aanzien van “fijnstofvorming”), fosfaten (ten aanzien van “zoetwatervermesting”) en niet-methaangerelateerde volatiele stoffen (ten aanzien van “fotochemische oxidantvorming”) de grootste potentiële bijdragen leveren tot milieu-impacten.

Deze emissies zijn meestal gerelateerd aan energiegerelateerde processen bij het delven van grondstoffen, bij de productie van samenstellende materialen en bij transport van zowel grondstoffen tot de fabriek (of gelijkaardig), materialen naar de werf als puin naar de EOL-verwerkingssite of recyclagesite (al dan niet via een sorteringssite).

De grote impact op landbezetting doorheen de levenscyclus van 1m<sup>3</sup> gezaagd zachthout is eenvoudig te verklaren door de lange duur en de grote benodigde oppervlakte om bomen te laten groeien vooraleer ze bewerkt worden.

### **Merkwaardige waarnemingen**

Een merkwaardig resultaat is te vinden bij sommige materialen die deels gestort worden na gebruik (zoals EPDM, cellenbeton, rotswol en snelbouwbaksteen). Hier heeft het EOL-proces een relatieve milieuwinst voor de indicator "natuurlijke landomvorming". Dit is te verklaren door de aanname binnen de ecoinvent-databank, waarin uitgegaan wordt van het hercultiveren van de stortplaats na sluiting ervan (door struiken en bomen). Het dient echter nagegaan te worden of een dergelijke praktijk representatief is voor de Vlaamse/Belgische stortplaatsen. Dit werd buiten beschouwing gelaten in deze studie. Anderzijds kan men op basis van het totaal geaggregeerd milieuprofiel staven dat deze milieuwinst verwaarloosbaar is ten opzichte van milieu-impacten ten gevolge van andere processen. Men mag dus niet verkeerdelijk besluiten dat storten de voorkeur geniet ten opzichte van andere EOL-verwerkingsopties.

Tenslotte wordt er opgemerkt dat de milieuwinst tengevolge van het vervangen van primaire grove granulaten door puingranulaten in stortbeton niet opweegt tegen de aanzienlijke milieu-impacten gerelateerd aan de productie van hoogovencement en Portlandcement. Dit is waarneembaar in zowel de individuele als de gemonetariseerde scores. Op basis van deze milieuprofielen zou men kunnen besluiten dat het gebruik van puingranulaten in beton momenteel weinig zin heeft. Wanneer echter de aanwezigheid van primair grind in België zeldzaam wordt (i.e. omwille van de stopzetting van de grindwinning in Vlaanderen in het kader van het Vlaams Grinddecreet en/of stopzetting van winning van gebroken kalksteen en zandsteen in Wallonië), kunnen puingranulaten een belangrijke rol gaan spelen (zowel op ecologisch als financieel vlak).

## 6 Milieu-impacten geselecteerde verwerkte materialen

### 6.1 Inleiding

In dit hoofdstuk worden de resultaten van de analyse van de milieu-impacten van een selectie van tien verwerkte materialen in detail beschreven. Een verwerkt materiaal beoogt een welbepaalde toepassing (vb. dragend onderdeel of afwerking) in een welbepaald gebouwelement (vb. verdiepingsvloer of buitenwand) voor een welbepaalde functionele eenheid (hier 1 m<sup>2</sup> verwerkt materiaal) en wordt opgebouwd uit verschillende samenstellende materialen.

Voor ieder verwerkt materiaal wordt in de eerste plaats een detailbeschrijving gegeven. Hierbij wordt eerst een overzicht gegeven van de beoogde toepassing(en) en de samenstellende materialen en hun benodigde hoeveelheden per functionele eenheid. Daarnaast worden de databronnen (meestal technische fiches van producenten), waarop de berekeningen gebaseerd zijn, kort vermeld. Vervolgens wordt meer informatie gegeven over de beschouwde levensduur van het verwerkt materiaal, alsook over de verschillende scenario's aangaande schoonmaak en klein en groot onderhoud tijdens de gebruiksfase. Ondanks het feit dat de gebruiksfase enkel meegenomen wordt in de analyse van de milieu-impacten op elementniveau (zie [Hoofdstuk 7](#) voor meer details), wordt deze informatie toch hier reeds vermeld, omdat zij opgenomen is in de Databank Verwerkte Materialen en rechtstreeks gerelateerd is aan de verwerkte materialen (zie [Hoofdstuk 4](#) voor meer details). Tot slot worden de overeenkomende transport- en afvalcategorieën voor de samenstellende materialen weergegeven. Deze bepalen de milieu-impact tijdens de transport- en EOL-fasen en zijn dus van belang voor een correcte interpretatie van de resultaten. De details van deze categorieën kunnen teruggevonden worden in de bepalingsmethode (zie [Hoofdstuk 2](#)).

Na de gedetailleerde beschrijving van het geselecteerde verwerkt materiaal worden de resultaten aangaande de milieu-impacten weergegeven onder de vorm van drie tekstparagrafen en vier grafieken.

De *eerste paragraaf* beschrijft de invloed van de verschillende levenscyclusfasen van het verwerkt materiaal op het levenscyclusmilieuprofiel, i.e. productie, transport van fabriek tot werf, afbraak, transport van werf tot EOL-verwerkingssite en EOL-afvalverwerking. Er wordt ondermeer nagegaan welke levenscyclusfase(n) de grootste bijdrage levert/leveren aan de verschillende individuele milieu-indicatoren. De resultaten worden geïllustreerd in een eerste grafiek, die de relatieve bijdrage per functionele eenheid van de verschillende levenscyclusfasen van het verwerkt materiaal aan de 18 individuele milieu-indicatoren weergeeft (uitgedrukt in %; zie [Hoofdstuk 4](#) voor meer details).

De *tweede paragraaf* gaat na welke de belangrijkste milieu-indicatoren zijn tijdens de gehele levenscyclus van het verwerkt materiaal. Hiervoor worden de absolute waarden van de verschillende milieu-indicatoren bekeken, uitgedrukt in euro per functionele eenheid van het verwerkt materiaal (i.e. gemonetariseerde waarden). Daarnaast worden de absolute waarden voor de CEN en CEN+ indicatoren, samen met de totaal geaggregeerde milieu-impact voor het verwerkt materiaal, meegegeven (i.e. gemonetariseerde waarden, uitgedrukt in euro per functionele eenheid). Deze resultaten worden geïllustreerd in de tweede grafiek, waarin naast de absolute waarden per milieu-indicator ook nog de absolute bijdrage van de verschillende levenscyclusfasen aan de verschillende indicatoren weergegeven wordt (i.e. gemonetariseerde waarden, uitgedrukt in euro per functionele eenheid; zie [Hoofdstuk 4](#) voor meer details).

Tot slot wordt in de *derde paragraaf* voor de verschillende levenscyclusfasen dieper ingegaan op de relatieve bijdrage van de verschillende samenstellende materialen aan de totale milieu-impact van het verwerkt materiaal. Hierbij wordt ondermeer nagegaan welke van de samenstellende materialen tijdens de verschillende levenscyclusfasen de grootste bijdrage levert/leveren aan de verschillende milieu-indicatoren. De resultaten voor de productie- en de EOL-fase worden in de derde en de vierde grafiek grafisch weergegeven door middel van de relatieve bijdrage (per functionele eenheid) van de verschillende samenstellende materialen van

het verwerkt materiaal aan de individuele milieu-indicatoren (uitgedrukt in %; zie [Hoofdstuk 4](#) voor meer details).

Zoals hoger vermeld, worden de gedetailleerde resultaten in dit hoofdstuk weergegeven voor tien geselecteerde verwerkte materialen. Deze verwerkte materialen hebben betrekking op vijf verschillende gebouwelementen, i.e. plat dak, vloer op volle grond, verdiepingsvloer, buitenwand en binnenwand, en omvatten zowel dragende als afwerkingsonderdelen.

Meer specifiek gaat het om de volgende tien verwerkte materialen:

- Gelijmd EPDM dakmembraan (als buitenafwerking van een plat dak)
- Vloerplaat in gewapend beton (als dragend onderdeel van een vloer op volle grond of verdiepingsvloer)
- Betonnen welfsels met druklaag (als dragend onderdeel van een verdiepingsvloer of een vloer boven een (kruip)kelder)
- Gelijmde kurk als vloerbedekking (als binnenafwerking van een vloer op volle grond of verdiepingsvloer)
- Wand in gelijmde cellenbetonblokken (als dragend onderdeel van een buiten- of binnenwand)
- Wand in gemetste snelbouwbaksteen (als dragend onderdeel van een buiten- of binnenwand)
- Houtskeletwand, gevuld met cellulose-isolatie (als dragend en thermisch/akoestisch isolerend onderdeel van een buiten- of binnenwand)
- Stucco op geëxpandeerde polystyreenplaten (als buitenafwerking van een buitenwand)
- Gipskartonplaten op een houten onderstructuur (als binnenafwerking van een buiten- of binnenwand)
- Gipspleister (als binnenafwerking van een buiten- of binnenwand)

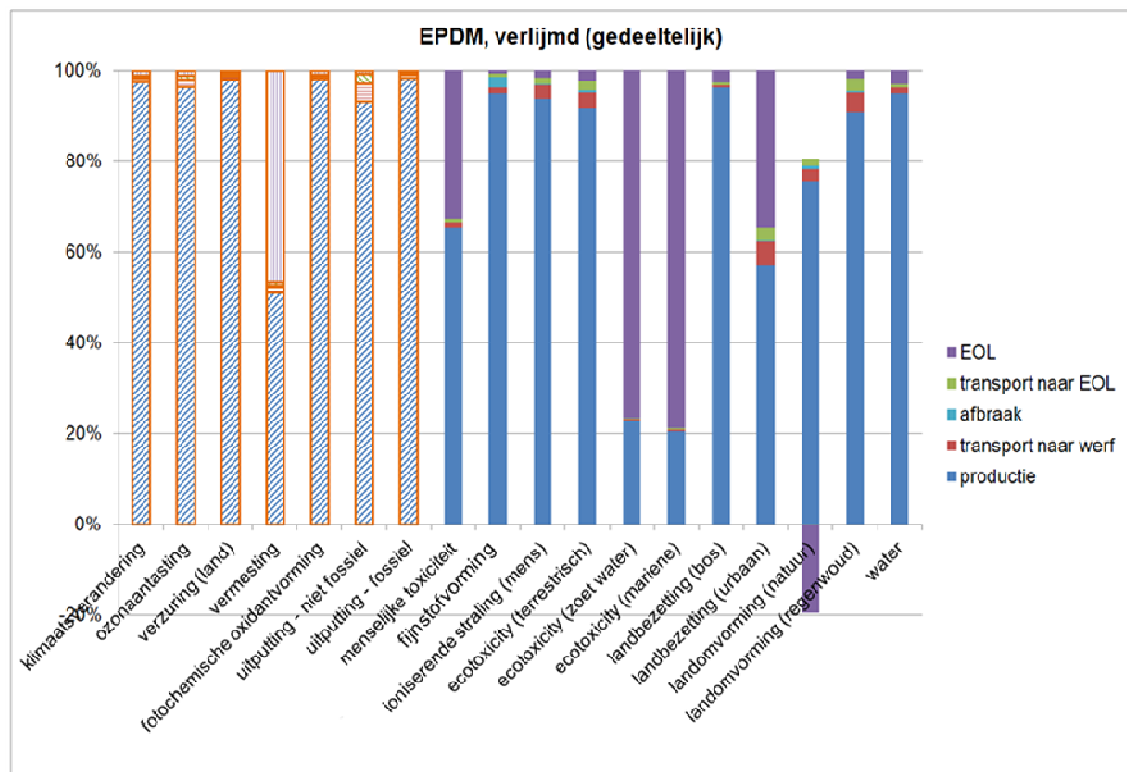
De resultaten voor deze verwerkte materialen worden in detail beschreven in de onderstaande paragrafen. Tot slot van het hoofdstuk wordt nog een kort besluit geformuleerd, waarin een aantal algemene waarnemingen, die uit deze beperkte selectie naar voren komen, opgelijst worden.

Bij de bespreking van de LCA-resultaten is het belangrijk te weten of een proces of een levenscyclusfase al dan niet een significante bijdrage levert tot een milieu-indicator. Hierbij wordt de volgende rangschikking gevolgd, conform Annex B van de ISO 14044 norm ([ISO 2005](#)):

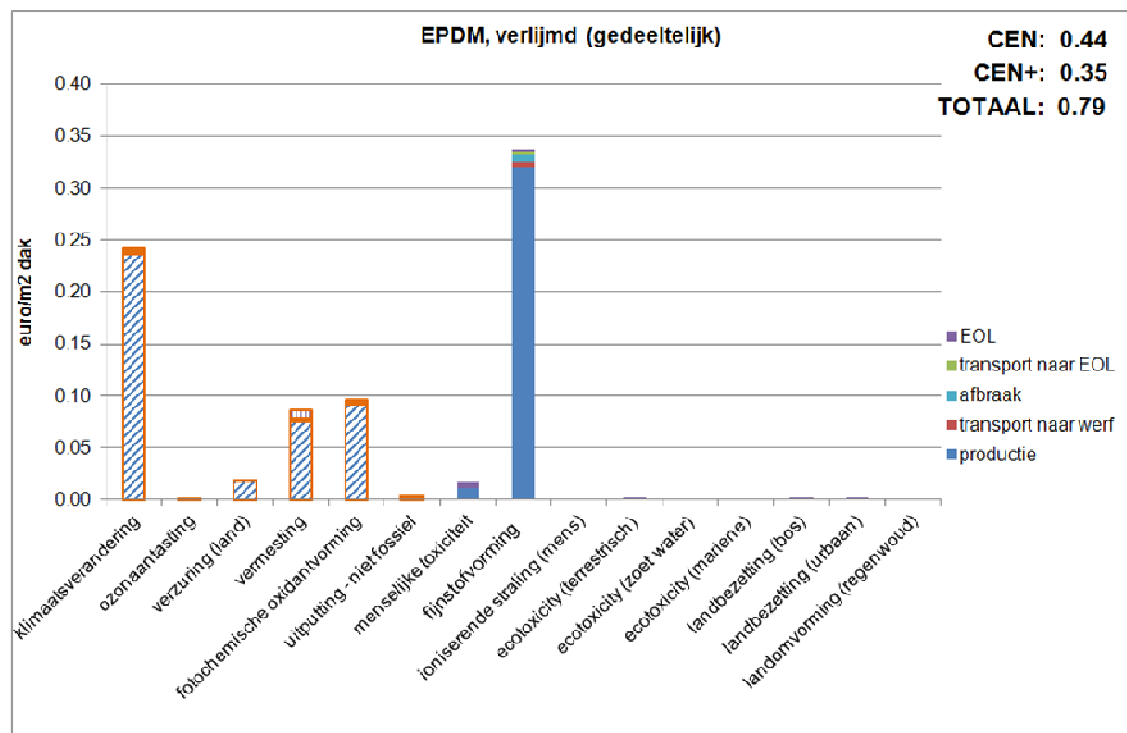
- A: bijdrage > 50%: dominant, significante invloed
- B: 25% < bijdrage ≤ 50%: zeer belangrijk, relevante invloed
- C: 10% < bijdrage ≤ 25%: redelijk belangrijk, enige invloed
- D: 2,5% < bijdrage ≤ 10%: weinig belangrijk, beperkte invloed
- E: bijdrage < 2,5%: onbelangrijk, verwaarloosbare invloed

## 6.2 Bespreking van de resultaten

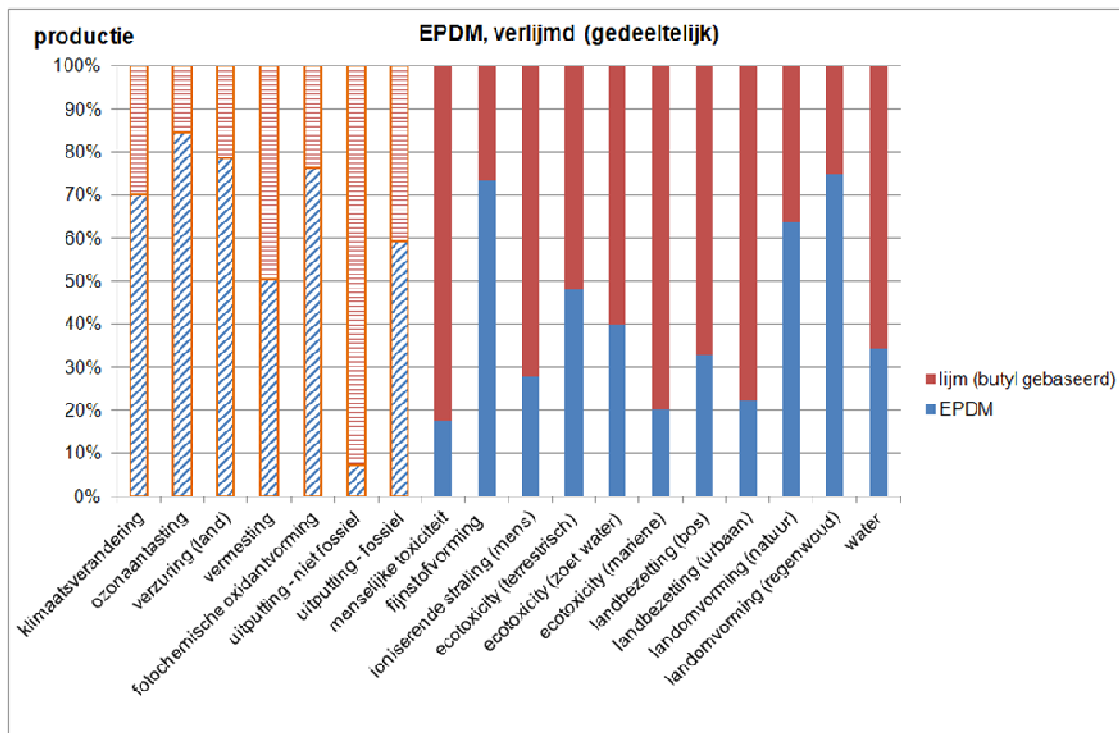
### 6.2.1 Gelijmd EPDM dakmembraan



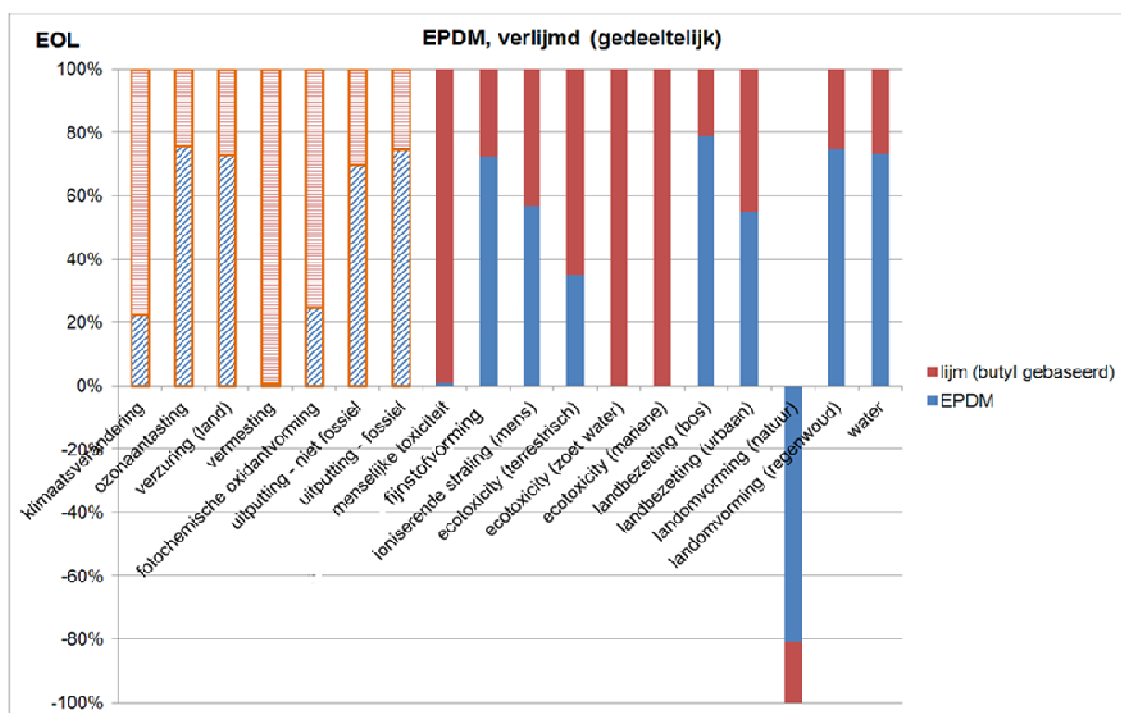
Figuur 71: relatieve bijdrage van 1 m<sup>2</sup>gedeeltelijk verlijmd EPDM dakmembraan, uitgedrukt per levenscyclusfase (gearceerd: CEN, vol: CEN+).



Figuur 72: absolute bijdrage van 1 m<sup>2</sup>gedeeltelijk verlijmd EPDM dakmembraan, uitgedrukt in euro en per levenscyclusfase (gearceerd: CEN, vol: CEN+).



**Figuur 73: relatieve bijdrage van 1 m<sup>2</sup>gedeeltelijk verlijmd EPDM dakmembraan, uitgedrukt per samenstellend materiaal voor de productiefase (gearceerd: CEN, vol: CEN+).**



**Figuur 74: relatieve bijdrage van 1 m<sup>2</sup>gedeeltelijk verlijmd EPDM dakmembraan, uitgedrukt per samenstellend materiaal voor de EOL-fase (gearceerd: CEN, vol: CEN+).**

### 6.2.1.1 Beschrijving van het verwerkt materiaal

Het verwerkt materiaal “gelijmd EPDM dakmembraan” beoogt een toepassing als dakbedekking voor een plat dak en bestaat uit een EPDM membraan (zie [paragraaf 5.2.1](#) voor meer details),



dat gedeeltelijk op de ondergrond gelijmd wordt met behulp van een butyl-gebaseerde lijm. Per m<sup>2</sup> gelijmd EPDM dakmembraan zijn 1.38 kg membraan en 0.3 kg lijm nodig. Deze hoeveelheden zijn gebaseerd op technische fiches van verscheidene Belgische fabrikanten van EPDM dakmembranen. Voor dit verwerkt materiaal worden een levensduur van 30 jaar en een gedeeltelijke vervanging van zowel het membraan als de lijm na 15 jaar (groot onderhoud) vooropgesteld. Beide materialen behoren tot de transportcategorie “losse producten voor de ruwbouw”. Wat de EOL-fase betreft, wordt ervan uitgegaan dat de lijm samen met het EPDM membraan afgebroken, getransporteerd en verwerkt wordt volgens het afvalscenario voor “elastomeren” (i.e. 100% storten).

### 6.2.1.2 Interpretatie van de resultaten

#### Invloed van de levenscyclusfasen op het levenscyclusmilieuprofiel

De productiefase is voor 16 van de 18 milieu-indicatoren de dominerende levenscyclusfase (i.e. meer dan 50% van het milieuprofiel). Voor 12 van deze indicatoren is deze fase zelfs verantwoordelijk voor meer dan 90% van de totale milieu-impact. Bij de andere indicatoren speelt de EOL-fase een belangrijke rol. Deze fase is voor de indicatoren aangaande “zoetwater en mariene ecotoxiciteit” zelfs goed voor bijna 80% van de totale milieu-impact, terwijl haar relatieve bijdrage aan de indicatoren aangaande “vermesting”, “menselijke toxiciteit” en “urbane landbezetting” varieert tussen 35% en 45%. De impact van de EOL-fase op de indicator voor “natuurlijke landomvorming” is positief (i.e. bijna 20% van het milieuprofiel) dankzij de in ecoinvent veronderstelde herbestemming van de stortplaatsen als struik- en bosgebied na sluiting (zie ook [paragraaf 5.2.1.2](#) voor meer details).

#### Invloed van de milieu-indicatoren op het levenscyclusmilieuprofiel

De dominante milieu-indicatoren op geaggregeerd niveau zijn achtereenvolgens impacten ten aanzien van “fijnstofvorming”, “klimaatsverandering”, “fotochemische oxidantvorming” en “vermesting”. De andere indicatoren hebben een beperkte (i.e. “verzuring van de bodem” en “menselijke toxiciteit”) of verwaarloosbare invloed. Vooral de productiefase is verantwoordelijk voor de belangrijkste milieueffecten. Deze resultaten zijn vergelijkbaar met de resultaten voor EPDM uit [paragraaf 5.2.1](#). Het geaggregeerd aandeel van de milieu-impacten ten aanzien van de CEN indicatoren is iets groter dan het aandeel ten aanzien van de CEN+ indicatoren.

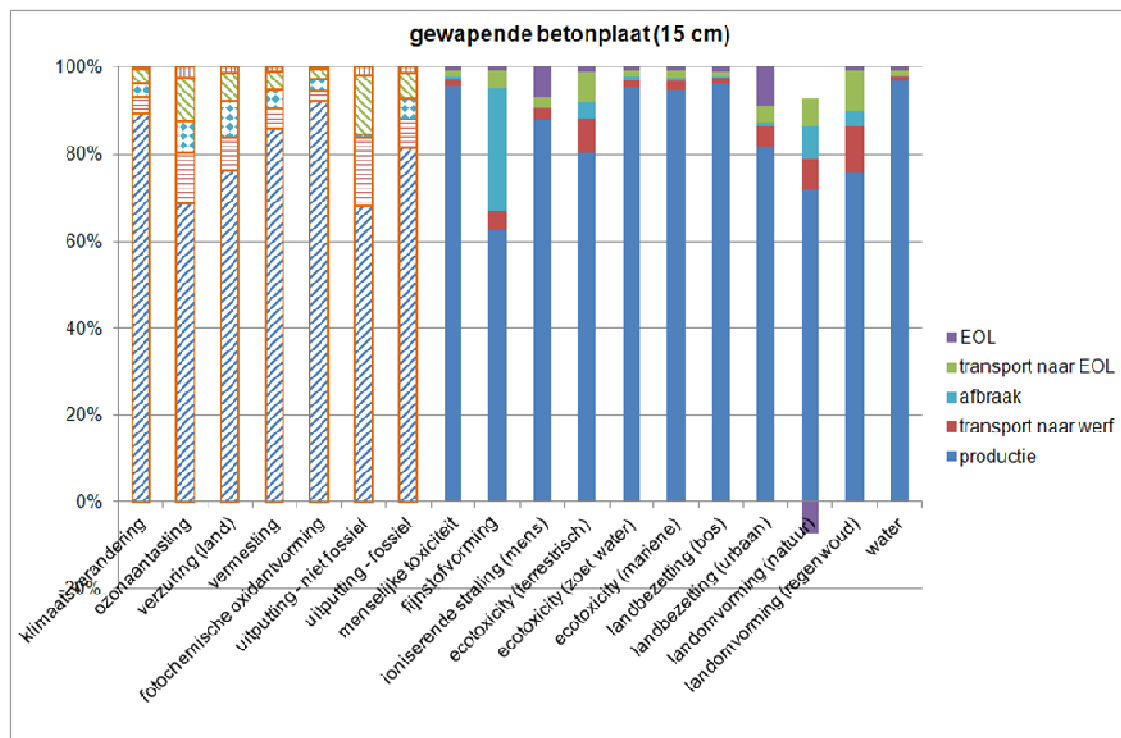
#### Invloed van de materialen op het milieuprofiel tijdens de verschillende levenscyclusfasen

Ondanks de kleinere hoeveelheid lijm per m<sup>2</sup> gelijmd EPDM membraan, heeft dit materiaal tijdens de productiefase voor 10 van de 18 beschouwde milieu-indicatoren een even grote tot veel grotere milieu-impact dan het EPDM membraan. De indicatoren, waar het EPDM membraan een dominante bijdrage levert (i.e. meer dan 50% van het milieuprofiel), zijn “klimaatsverandering”, “ozonaantasting”, “verzuring van de bodem”, “fotochemische oxidantvorming”, “uitputting van fossiele grondstoffen”, “fijnstofvorming”, “natuurlijke landomvorming (zonder regenwouden)” en “landomvorming van tropische regenwouden”.

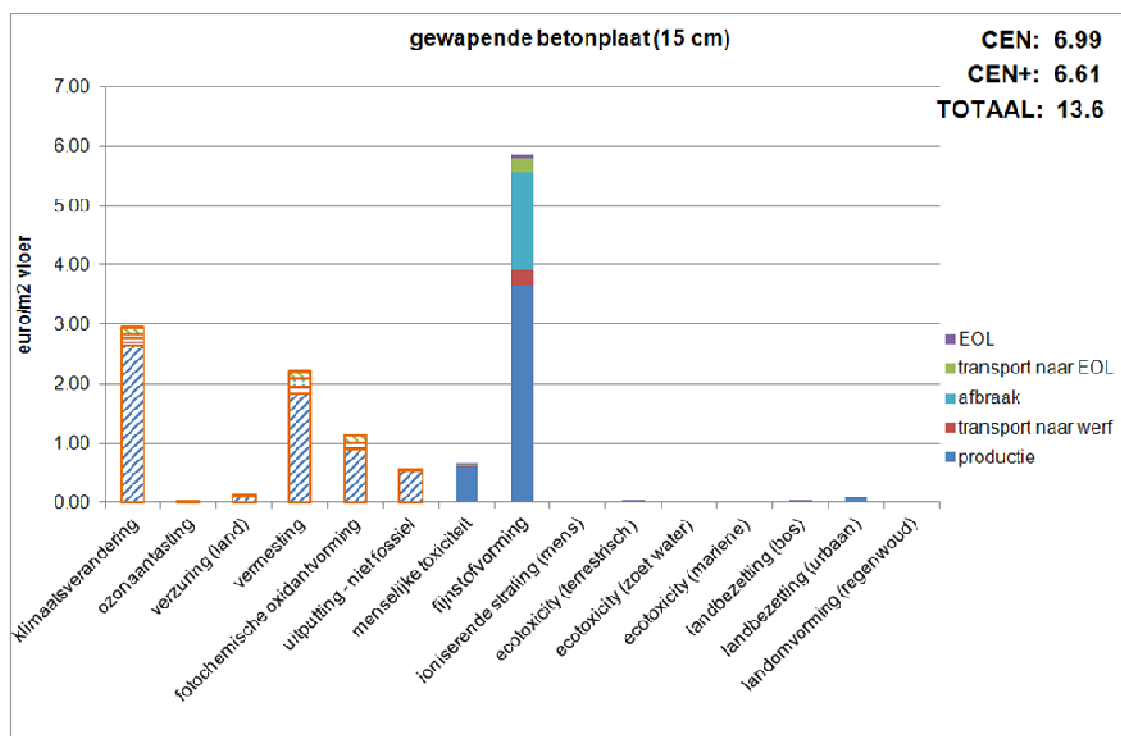
Wat de relatieve bijdrage van de twee samenstellende materialen aan de totale milieu-impact van het verwerkte materiaal tijdens de transport- en afbraakfasen betreft, komt deze voor alle milieu-indicatoren overeen met de gewichtsverhouding tussen beide materialen per m<sup>2</sup> gelijmd membraan, i.e. 82% voor het EPDM membraan en 18% voor de lijm. Dit is te wijten aan de gelijke transport- (van fabriek tot werf en van werf tot EOL) en afbraakscenario's voor beide materialen.

Tijdens de EOL-fase worden het EPDM membraan en de lijm samen gestort. Beiden hebben echter een verschillende impact op het milieu. Zo blijkt het EPDM membraan een dominante impact (i.e. meer dan 50% van het milieuprofiel) te hebben op 11 van de 18 milieu-indicatoren, terwijl de finale afvalverwerking van de lijm vooral een impact heeft op de indicatoren “klimaatsverandering”, “vermesting”, “fotochemische oxidantvorming”, “menselijke toxiciteit” en “zoetwater- en mariene ecotoxiciteit”. Beide samenstellende materialen hebben een positieve impact op de indicator voor “natuurlijke landomvorming” dankzij de in ecoinvent veronderstelde herbestemming van de stortplaats als natuurgebied (struiken en bomen) na sluiting.

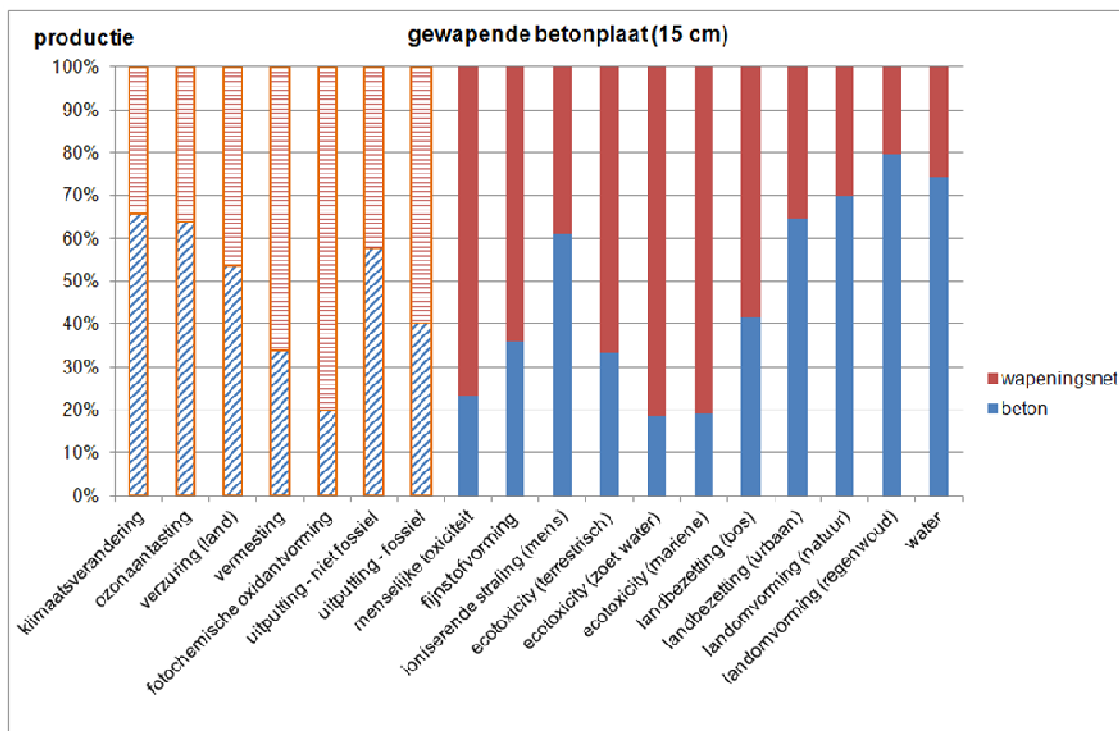
## 6.2.2 Vloerplaat in gewapend beton (15 cm)



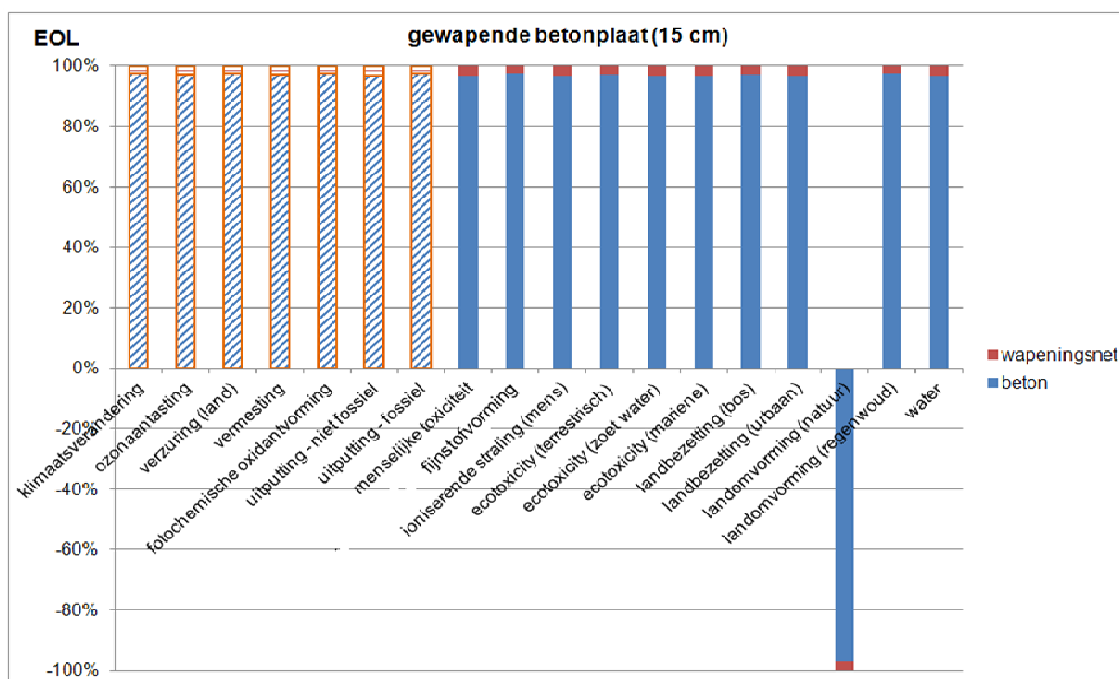
**Figuur 75: relatieve bijdrage van 1 m<sup>2</sup> gewapende betonplaat, uitgedrukt per levenscyclusfase (gearceerd: CEN, vol: CEN+).**



**Figuur 76: absolute bijdrage van 1 m<sup>2</sup> gewapende betonplaat, uitgedrukt in euro en per levenscyclusfase (gearceerd: CEN, vol: CEN+).**



**Figuur 77: relatieve bijdrage van 1 m<sup>2</sup>gewapende betonplaat, uitgedrukt per samenstellend materiaal voor de productiefase (gearceerd: CEN, vol: CEN+).**



**Figuur 78: relatieve bijdrage van 1 m<sup>2</sup>gewapende betonplaat, uitgedrukt per samenstellend materiaal voor de EOL-fase (gearceerd: CEN, vol: CEN+).**

### 6.2.2.1 Beschrijving van het verwerkt materiaal

Het verwerkt materiaal “vloerplaat in gewapend beton” beoogt een toepassing als dragend onderdeel in een vloer op volle grond of een verdiepingsvloer en betreft een in situ gestorte gewapend betonnen vloerplaat met een oppervlakte van 1 m<sup>2</sup> en een dikte van 15 cm. De samenstellende materialen zijn stortbeton (zie ook [paragraaf 5.2.5](#) voor meer details) en betonstaal (zie ook [paragraaf 5.2.4](#) voor meer details). Voor 1 m<sup>2</sup> vloeroppervlakte is 0.149 m<sup>3</sup> beton en 10.52 kg wapeningsstaal nodig. De benodigde informatie werd gehaald uit technische voorlichtingen en technische fiches van verscheidene Belgische producenten van beton en wapeningsstaal. Voor dit verwerkt materiaal wordt een levensduur gelijk aan deze van het gebouw verondersteld (i.e. in dit geval 60 jaar) en zijn schoonmaak en onderhoud niet nodig. Het in-situ gestort beton behoort tot de transportcategorie “stortbeton” en de afvalcategorie “inert afval (storten)” (cf. [paragraaf 5.2.5.1](#)). Het wapeningsstaal wordt als los element naar de werf gebracht (i.e. transportcategorie voor “losse producten voor de ruwbouw”) en wordt na gebruik samen met het beton (i.e. afvalcategorie voor “inert afval”) naar de sorteer-/breekinstallatie gebracht en daar gebroken, vooraleer het verder verwerkt wordt volgens de afvalcategorie voor “metalen” (i.e. storten en recycleren) (cf. [paragraaf 5.2.4.1](#)).

### 6.2.2.2 Interpretatie van de resultaten

#### Invloed van de levenscyclusfases op het levenscyclusmilieuprofiel

De productiefase is voor alle individuele milieu-indicatoren de dominante levenscyclusfase (i.e. meer dan 50% van het milieuprofiel). Daarnaast is het transport van fabriek tot werf en van werf tot EOL voor de meeste indicatoren verantwoordelijk voor zo’n 5% tot 20%. Het transport draagt vooral bij tot milieueffecten aangaande “ozonaantasting”, “verzuring van de bodem”, “uitputting van fossiele en niet-fossiele grondstoffen”, “terrestrische ecotoxiciteit” en “landomvorming”. Verder is de impact van de afbraak van de vloerplaat na gebruik bij een groot aantal indicatoren goed voor zo’n 3% tot 10% met een uitschieter tot zo’n 30% voor de indicator “fijnstofvorming”. De EOL-fase heeft een klein positief effect op de indicator aangaande “natuurlijke landomvorming” (dankzij de in ecoinvent veronderstelde herbestemming van de stortplaatsen als natuurgebied na sluiting). Verder is de invloed van deze fase beperkt (i.e. minder dan 10% van het milieuprofiel).

#### Invloed van de milieu-indicatoren op het levenscyclusmilieuprofiel

De dominante milieu-indicatoren op geaggregeerd niveau voor de levenscyclus van 1 m<sup>2</sup> in situ gestorte gewapend betonnen vloerplaat (15 cm dikte) zijn achtereenvolgens “fijnstofvorming”, “klimaatverandering”, “vermesting” en “fotochemische oxidantvorming” (zie ook [paragrafen 5.2.4.2 en 5.2.5.2](#)). Andere indicatoren zijn weinig tot niet relevant. De totale impact van de CEN en de CEN+ indicatoren is nagenoeg gelijk.

#### Invloed van de materialen op het milieuprofiel tijdens de verschillende levenscyclusfasen

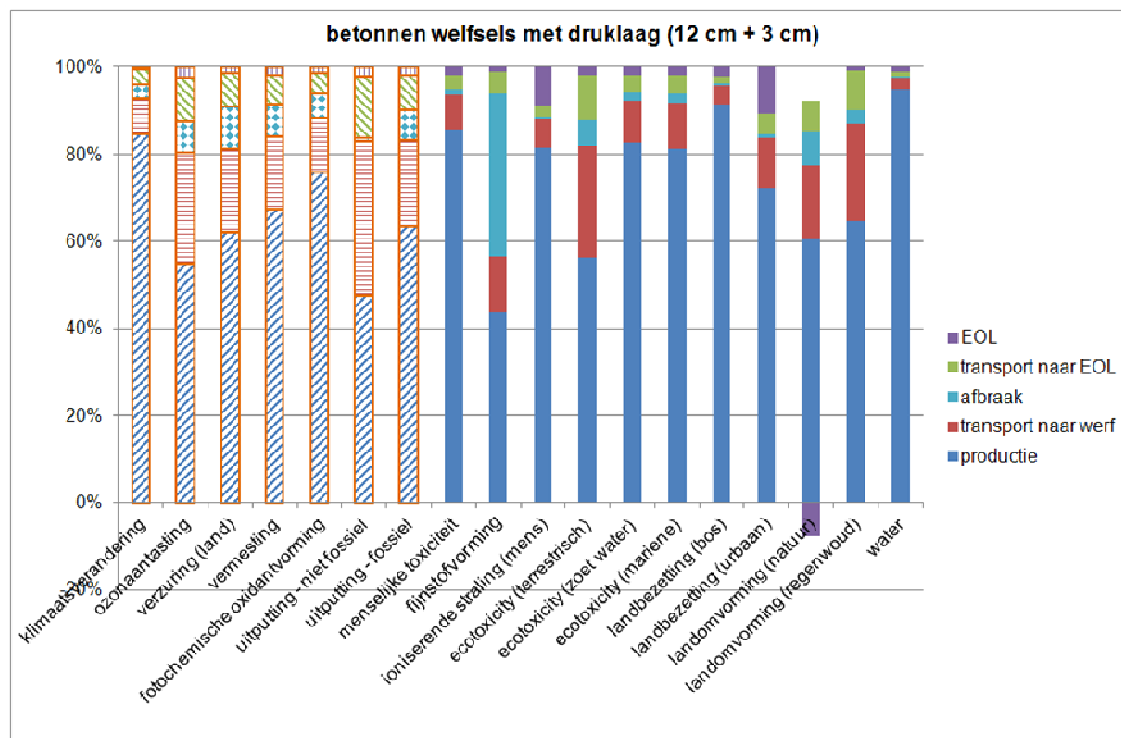
Wat de productiefase betreft, verschilt de relatieve impact van de twee samenstellende materialen, stortbeton en betonstaal, van indicator tot indicator. De milieu-indicatoren, waar het stortbeton een dominante impact heeft (i.e. meer dan 50% van het milieuprofiel), zijn “klimaatverandering”, “ozonaantasting”, “verzuring van het land”, “uitputting van niet-fossiele grondstoffen”, “ioniserende straling”, “urbane landbezetting”, “landomvorming (natuurlijk en tropisch regenwoud)” en “waterschaarste”. Het betonstaal domineert logischerwijs de overblijvende indicatoren.

Wat het transport van fabriek tot werf betreft, heeft voor alle milieu-indicatoren het stortbeton de grootste impact (i.e. gemiddeld 90% van het milieuprofiel). De slechts kleine verschillen tussen de verschillende indicatoren zijn te wijten aan het verschillend transportsценario voor beide materialen (i.e. “stortbeton” en “losse producten voor de ruwbouw”).

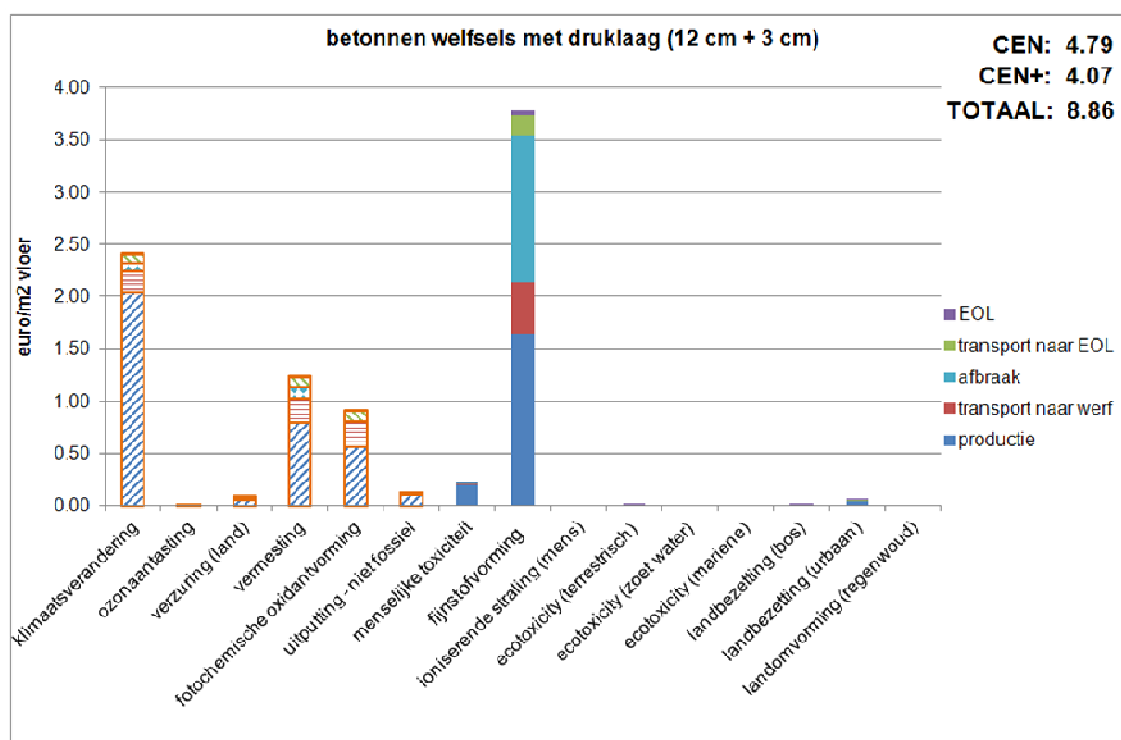
De relatieve bijdrage van de samenstellende materialen aan de individuele milieu-indicatoren tijdens de afbraak- en transport naar EOL-fasen komt voor alle indicatoren overeen met de gewichtsverhouding tussen beide materialen, zijnde 97% voor het stortbeton en 3% voor het betonstaal. Dit is te wijten aan de gelijke afbraak- en transportsценario's voor beide materialen.

Tijdens de EOL-fase worden het beton en het staal samen gesorteerd en gebroken in de puinbreker en vervolgens deels gestort (i.e. 5% van het afval) en grotendeels gerecycleerd (i.e. 95% van het afval; dit valt echter buiten de systeemgrenzen). Omwille van zijn grotere gewichtspercentage in de vloerplaat heeft de finale verwerking van het stortbeton voor alle milieu-indicatoren een dominante impact, i.e. ongeveer 97% van het totale milieuprofiel.

### 6.2.3 Betonnen welfsels met druklaag

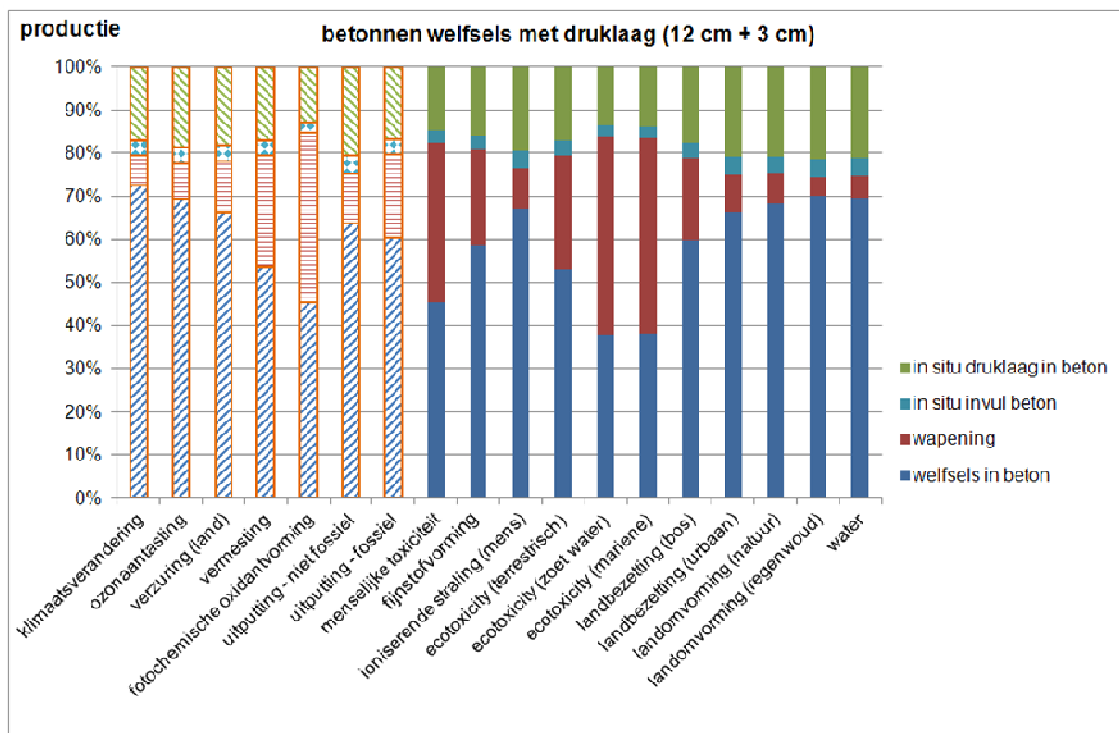


**Figuur 79: relatieve bijdrage van 1 m<sup>2</sup>betonnen welfsels met druklaag, uitgedrukt per levenscyclusfase (gearceerd: CEN, vol: CEN+).**

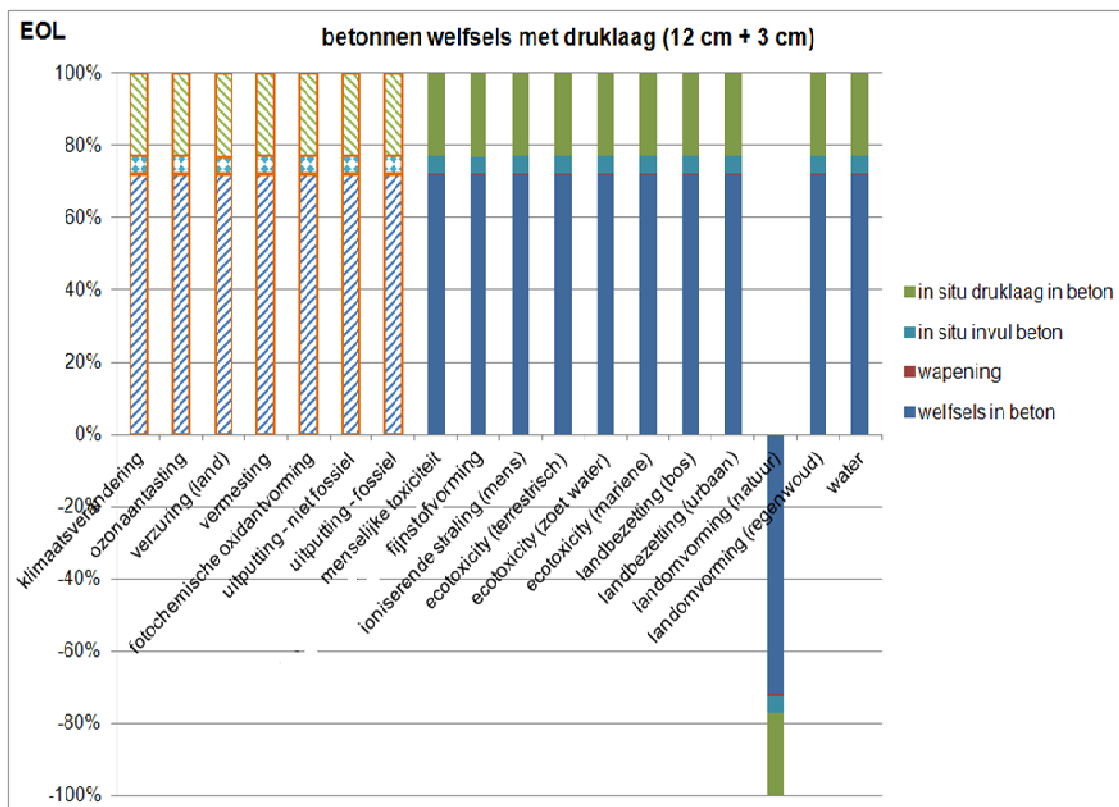


**Figuur 80: absolute bijdrage van 1 m<sup>2</sup>betonnen welfsels met druklaag, uitgedrukt in euro en per levenscyclusfase (gearceerd: CEN, vol: CEN+).**





**Figuur 81: relatieve bijdrage van 1 m<sup>2</sup>betonnen welfsels met druklaag, uitgedrukt per samenstellend materiaal voor de productiefase (gearceerd: CEN, vol: CEN+).**



**Figuur 82: relatieve bijdrage van 1 m<sup>2</sup>betonnen welfsels met druklaag, uitgedrukt per samenstellend materiaal voor de EOL-fase (gearceerd: CEN, vol: CEN+).**

### 6.2.3.1 Beschrijving van het verwerkt materiaal

Het verwerkt materiaal “betonnen welfsels met druklaag” doet dienst als dragende onderdeel in een verdiepingvloer of een vloer boven een (kruip)kelder en bestaat uit twee materialen, i.e. geprefabriceerde voorgespannen holle betonnen welfsels van 12 cm dikte en een druklaag uit stortbeton van 3 cm dikte. De welfsels zelf zijn opgebouwd uit prefab beton en een stalen wapeningsnet (zie ook [paragraaf 5.2.4.1](#)). De holtes tussen de welfsels worden op de werf opgevuld met vulbeton. Voor 1 m<sup>2</sup> vloeroppervlakte is 0.094 m<sup>3</sup> welfsel (i.e. prefabbeton), 1.63 kg wapeningsstaal, 0.006 m<sup>3</sup> vulbeton en 0.03 m<sup>3</sup> stortbeton nodig. Deze hoeveelheden zijn gebaseerd op technische voorlichtingen, alsook op technische fiches van verscheidene Belgische producenten van de verschillende materialen. De levensduur van betonnen welfsels met druklaag is gelijk aan deze van het gebouw (i.e. in dit geval 60 jaar) en schoonmaak en onderhoud zijn niet nodig. Wat het transport betreft, behoren de prefabproducten (i.e. welfsels en wapeningsstaal) tot de categorie voor “prefabproducten voor de ruwbouw” en het in-situ beton (i.e. vulbeton en druklaag) tot de categorie voor “stortbeton”. Het betonpuin wordt behandeld volgens het afvalscenario “inert afval (storten)” en het wapeningsstaal wordt na breken van de welfsels in de breker verder behandeld volgens het afvalscenario “metalen” (i.e. storten en recycleren) (cf. [paragraaf 5.2.4.1](#)).

### 6.2.3.2 Interpretatie van de resultaten

#### Invloed van de levenscyclusfases op het levenscyclusmilieuprofiel

De productiefase is de dominante levenscyclusfase (i.e. meer dan 50% van het milieuprofiel) voor bijna alle milieu-indicatoren, behalve voor de indicatoren aangaande “uitputting van niet-fossiele grondstoffen” en “fijnstofvorming”. Bij deze laatste indicator is de relatieve bijdrage van de afbraakfase van zeer groot belang (i.e. zo’n 35% van het milieuprofiel). Daarnaast speelt het transport van het verwerkt materiaal van fabriek tot werf en van werf tot EOL niet alleen een belangrijke rol aangaande de indicator “uitputting van niet-fossiele grondstoffen” (i.e. iets minder dan 50% van het milieuprofiel), maar is deze fase ook verantwoordelijk voor zo’n 10% tot 35% van de impact op de meeste andere indicatoren. De relatieve bijdrage van de EOL-fase is vrij beperkt.

#### Invloed van de milieu-indicatoren op het levenscyclusmilieuprofiel

De dominante milieu-indicatoren op geaggregeerd niveau tijdens de hele levenscyclus van 1 m<sup>2</sup> betonnen welfsels met druklaag zijn achtereenvolgens deze aangaande “fijnstofvorming”, “klimaatverandering”, “vermesting” en “fotochemische oxidantvorming”. De andere indicatoren zijn van weinig belang (i.e. “menselijke toxiciteit” en “uitputting van niet-fossiele grondstoffen”) of verwaarloosbaar. De relatieve bijdrage van de CEN indicatoren is lichtjes groter dan de bijdrage van de CEN+ indicatoren.

#### Invloed van de materialen op het milieuprofiel tijdens de verschillende levenscyclusfasen

Tijdens de productiefase is de relatieve bijdrage van de betonnen welfsels dominant (i.e. meer dan 50% van het milieuprofiel) voor bijna alle milieu-indicatoren, behalve voor de indicatoren aangaande “fotochemische oxidantvorming”, “menselijke toxiciteit” en “zoetwater en mariene ecotoxiciteit”. Bij deze indicatoren bedraagt de relatieve bijdrage van het wapeningsstaal 35% tot 45% van het milieuprofiel. Ook wat de meeste andere indicatoren betreft, is de bijdrage van het wapeningsstaal redelijk tot zeer belangrijk (i.e. tussen 10% en 50%). De relatieve bijdrage van de druklaag varieert voor alle indicatoren rond de 20%.

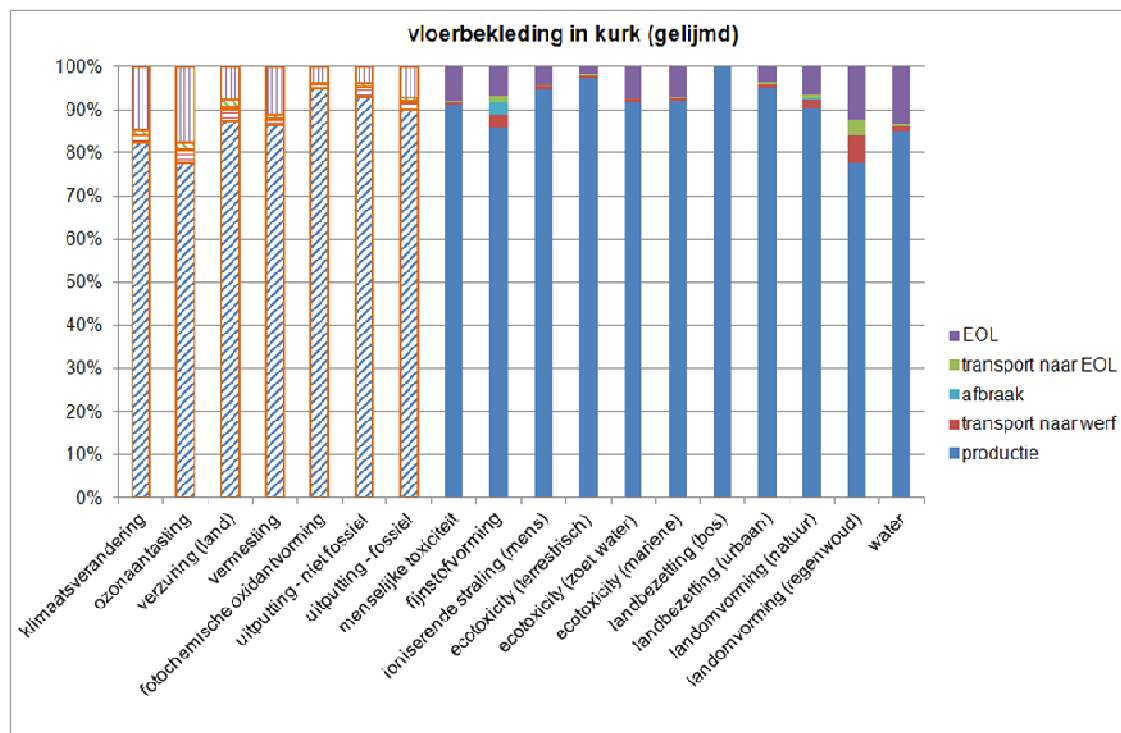
Wat de transportfase van fabriek tot werf betreft, wordt zo’n 88% van de totale milieu-impact bepaald door het transport van de geprefabriceerde betonnen welfsels (inclusief het staal), terwijl het transport van de druklaag goed is voor ongeveer 10% van de totale impact en het transport van het vulbeton voor zo’n 2% van de totale impact.

Tijdens de afbraak en de transport naar EOL-fasen wordt de relatieve bijdrage van de verschillende samenstellende materialen, omwille van de gelijke scenario’s, bepaald door hun onderlinge gewichtsverhoudingen, zijnde 72% voor de betonnen welfsels, 1% voor het wapeningsnet, 4% voor het vulbeton en 23% voor de druklaag.

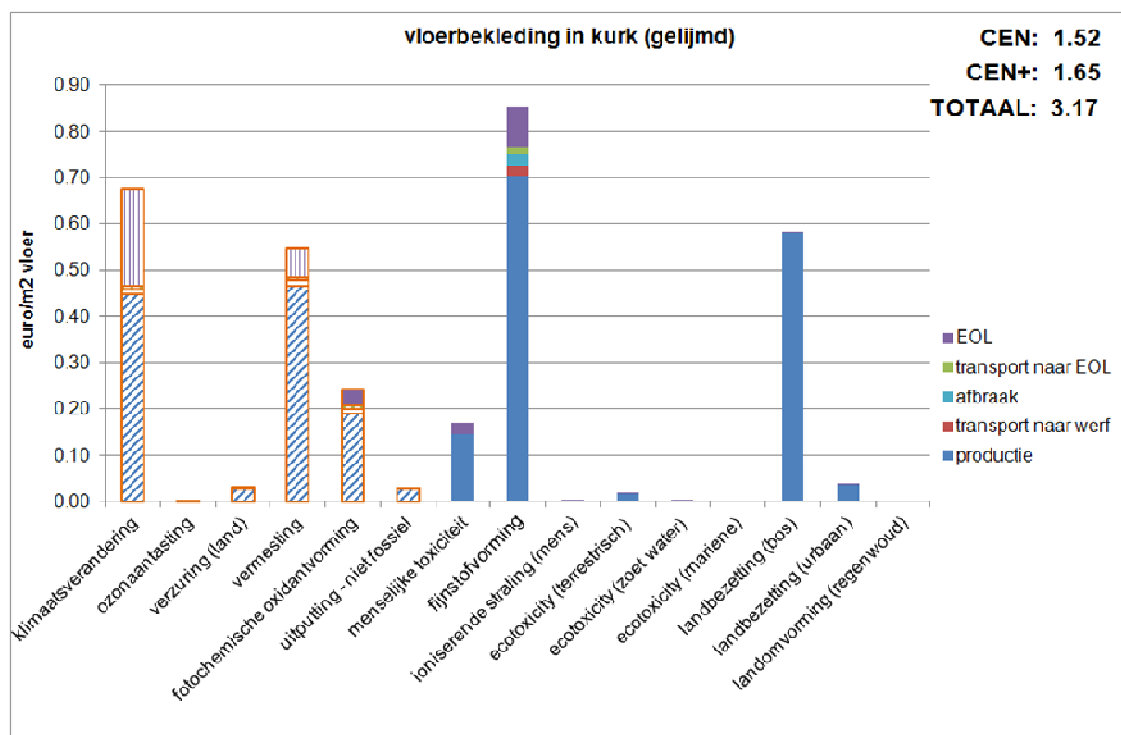
Ook tijdens de EOL-fase komt de relatieve bijdrage van de verschillende samenstellende materialen aan de verschillende milieu-indicatoren overeen met hun onderlinge gewichtsverhoudingen. Dit is te wijten aan het feit dat het verwerkt materiaal eerst als geheel

gesorteerd en gebroken wordt, vooraleer de individuele samenstellende materialen (i.e. staal en betongranulaten) in een latere fase deels gestort (i.e. 5% van het afval) en grotendeels gerecycleerd (i.e. 95% van het afval) worden. Het aandeel van de recyclage valt echter buiten de systeemgrenzen. De impact van de EOL-fase op de indicator “natuurlijke landomvorming” is positief dankzij de in ecoinvent veronderstelde herinrichting van de stortplaatsen als natuurgebied na sluiting.

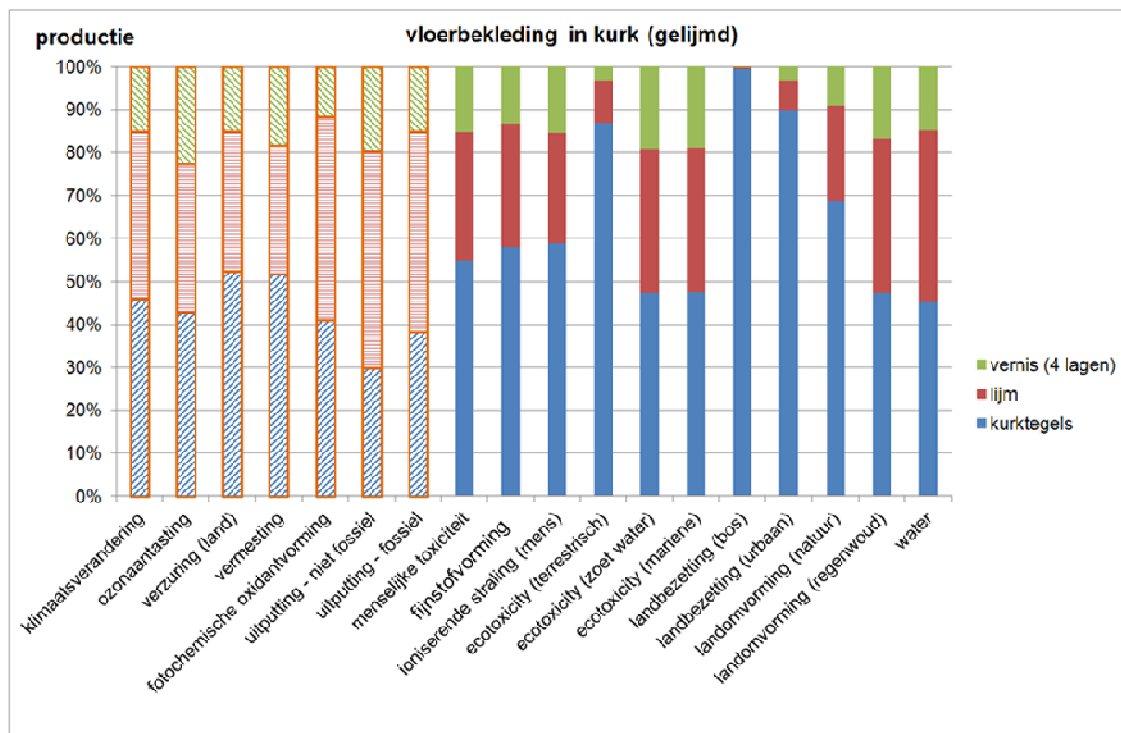
## 6.2.4 Gelijmde kurk als vloerbedekking



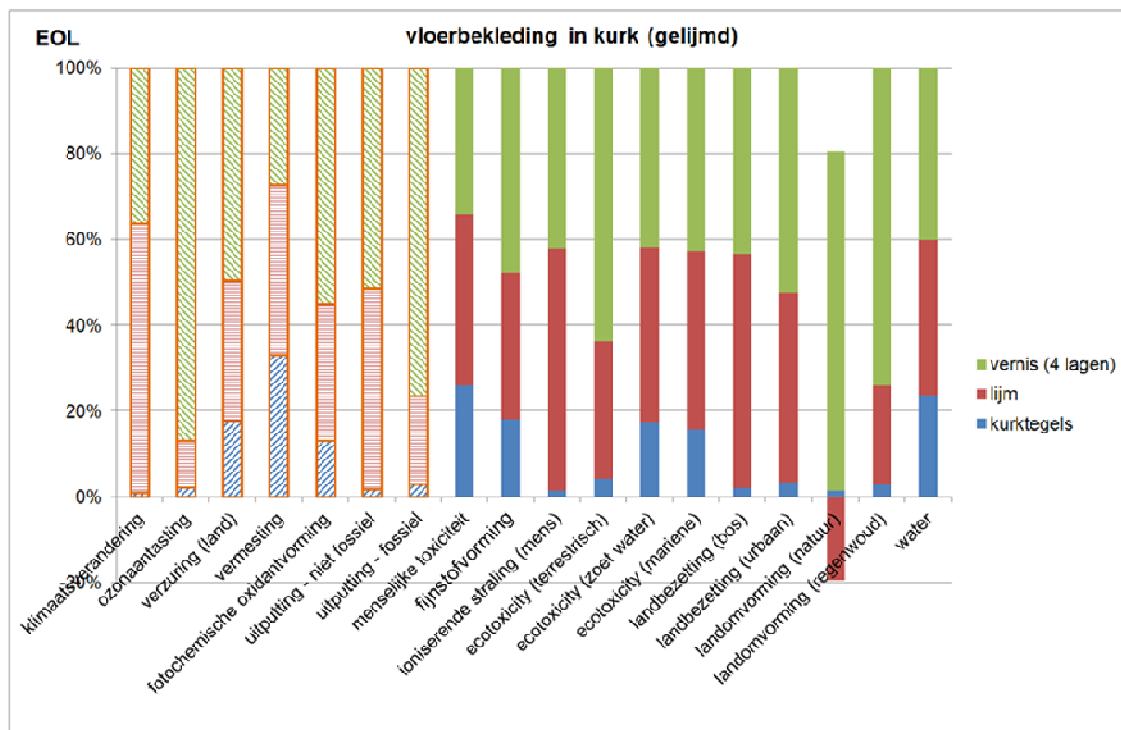
**Figuur 83: relatieve bijdrage van 1 m<sup>2</sup>gelijmde kurken vloerbedekking, uitgedrukt per levenscyclusfase (gearceerd: CEN, vol: CEN+).**



**Figuur 84: absolute bijdrage van 1 m<sup>2</sup>gelijmde kurken vloerbedekking, uitgedrukt in euro en per levenscyclusfase (gearceerd: CEN, vol: CEN+).**



**Figuur 85: relatieve bijdrage van 1 m<sup>2</sup>gelijmd kurken vloerbedekking, uitgedrukt per samenstellend materiaal voor de productiefase (gearceerd: CEN, vol: CEN+).**



**Figuur 86: relatieve bijdrage van 1 m<sup>2</sup>gelijmd kurken vloerbedekking, uitgedrukt per samenstellend materiaal voor de EOL-fase (gearceerd: CEN, vol: CEN+).**

#### 6.2.4.1 Beschrijving van het verwerkt materiaal

Het verwerkt materiaal “gelijmde kurk als vloerbedekking” beoogt een toepassing als finale afwerking van een vloer op volle grond of een verdiepingsvloer en bestaat uit drie samenstellende materialen, i.e. kurktegels, lijm en 4 lagen vernis. De benodigde hoeveelheden per m<sup>2</sup> vloeroppervlakte zijn 3.04 kg kurktegels, 2.0 kg lijm en 0.6 kg vernis. Deze hoeveelheden zijn gebaseerd op technische fiches van verschillende Belgische producenten van de samenstellende materialen. Voor deze vloerbedekking wordt een levensduur van 15 jaar verondersteld, evenals een schoonmaakscenario, bestaande uit het wekelijks stofzuigen. Daarnaast vraagt dit type verwerkt materiaal een jaarlijkse behandeling met een kurkonderhoudsmiddel (i.e. klein onderhoud) en een vijfjaarlijkse behandeling, bestaande uit ontvetten, schuren, reinigen en het aanbrengen van een nieuwe vernislaag (i.e. groot onderhoud). Wat het transport van fabriek tot werf betreft, behoren de kurktegels en de lijm tot de categorie “afwerkingsproducten: vloerbekledingen” en de vernis tot de categorie “afwerkingsproducten: verf en vernis”. Wat de EOL-fase betreft, worden de kurktegels en de lijm verwerkt volgens het afvalscenario “brandbaar restafval” (i.e. verbranden), terwijl de vernis behoort tot de afvalcategorie “afwerkingslaag, verkleefd aan hout, kunststof of metaal” (i.e. verbranden).

#### 6.2.4.2 Interpretatie van de resultaten

##### Invloed van de levenscyclusfases op het levenscyclusmilieuprofiel

De productiefase is voor alle milieu-indicatoren de dominante levenscyclusfase (i.e. meer dan 75% van het milieuprofiel). De transport- en afbraakfasen samen zijn goed voor zo’n 3% tot 10% van de totale milieu-impact. De relatieve bijdrage van de EOL-fase varieert tussen 0% en bijna 20%. De hoogste impact van de EOL-fase doet zich voor bij de indicatoren “ozonaantasting”, “klimaatsverandering”, “waterschaarste” en “landomvorming van tropisch regenwoud”.

##### Invloed van de milieu-indicatoren op het levenscyclusmilieuprofiel

De meest dominante milieu-indicatoren op geaggregeerd niveau over de gehele levenscyclus van 1 m<sup>2</sup> gelijmde kurk als vloerbedekking zijn achtereenvolgens “fijnstofvorming”, “klimaatsverandering”, “landbezetting (bos)” en “vermesting”. De productiefase is hier de dominante fase, hoewel ook de EOL-fase een significante bijdrage levert aan o.a. de indicator “klimaatsverandering”. De andere indicatoren zijn weinig belangrijk (i.e. “fotochemische oxidantvorming” en “menselijke toxiciteit”) of verwaarloosbaar. De CEN en CEN+ indicatoren hebben ongeveer een gelijk aandeel in de totaal geaggregeerde milieu-impact.

##### Invloed van de materialen op het milieuprofiel tijdens de verschillende levenscyclusfasen

Tijdens de productiefase is de relatieve bijdrage van de drie samenstellende materialen voor de meeste indicatoren relatief constant. De kurktegels zijn meestal verantwoordelijk voor zo’n 30% tot 60% van de totale milieu-impact per indicator, terwijl de lijm goed is voor zo’n 25% tot 50% en de vernis voor zo’n 15% tot 20% van het milieuprofiel. De kurktegels zijn dominant (i.e. meer dan 50% van het milieuprofiel) wat betreft de helft van de individuele indicatoren, i.e. voor “bodemverzuring”, “vermesting”, “menselijke ecotoxiciteit”, “fijnstofvorming”, “ioniserende straling op de mens”, “terrestrische ecotoxiciteit”, “landbezetting door bos”, “urbane landbezetting” en “natuurlijke landomvorming”.

Tijdens het transport van fabriek tot werf zijn er kleine verschillen in de relatieve bijdrage van de samenstellende materialen aan de individuele milieu-indicatoren. Deze verschillen zijn te wijten aan de verschillende transportsenario’s. De relatieve bijdrage van de kurktegels schommelt rond de 50% van het milieuprofiel, terwijl de lijm en de vernis goed zijn voor respectievelijk zo’n 30% en 20% van de totale milieu-impact per indicator.

De relatieve bijdrage van de verschillende materialen aan de individuele milieu-indicatoren tijdens de afbraak- en transport naar EOL-fase wordt, omwille van de gelijke scenario’s, volledig bepaald door hun onderlinge gewichtsverhoudingen, zijnde 54% voor de kurktegels, 35% voor de lijm en 11% voor de vernis.

Tijdens de EOL-fase blijkt de finale afvalverwerking van de vernis dominant (i.e. 50% of meer van het milieuprofiel) te zijn voor 10 van de 18 milieu-indicatoren. De relatieve bijdrage van de finale afvalverwerking van de lijm varieert voor de verschillende indicatoren tussen 20% en

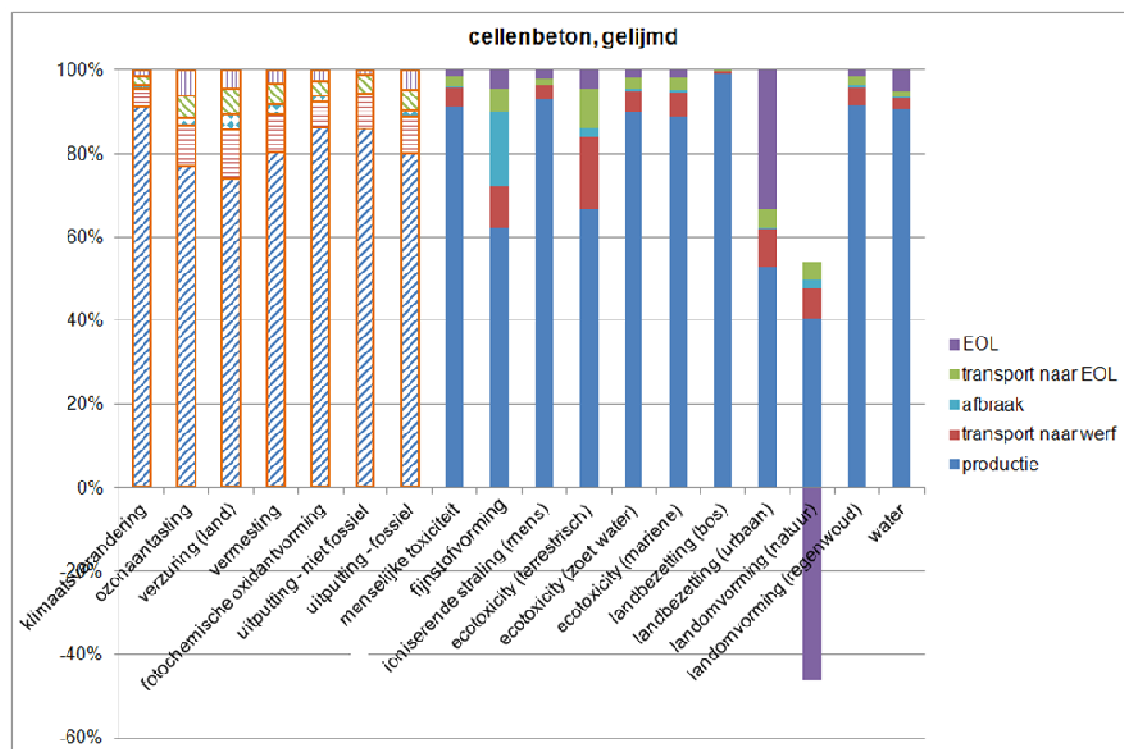


60%. De bijdrage van de kurktegels blijft voor alle indicatoren beperkt tot maximum 30% van het milieuprofiel. Wat de milieu-indicator voor “natuurlijke landomvorming” betreft, blijkt dat de finale verwerking van de lijm een positieve impact heeft, terwijl de finale verwerking van de kurktegels en de vernis een grotere negatieve impact heeft<sup>90</sup>. Hierdoor is de netto-impact van het verwerkt materiaal op deze indicator negatief.

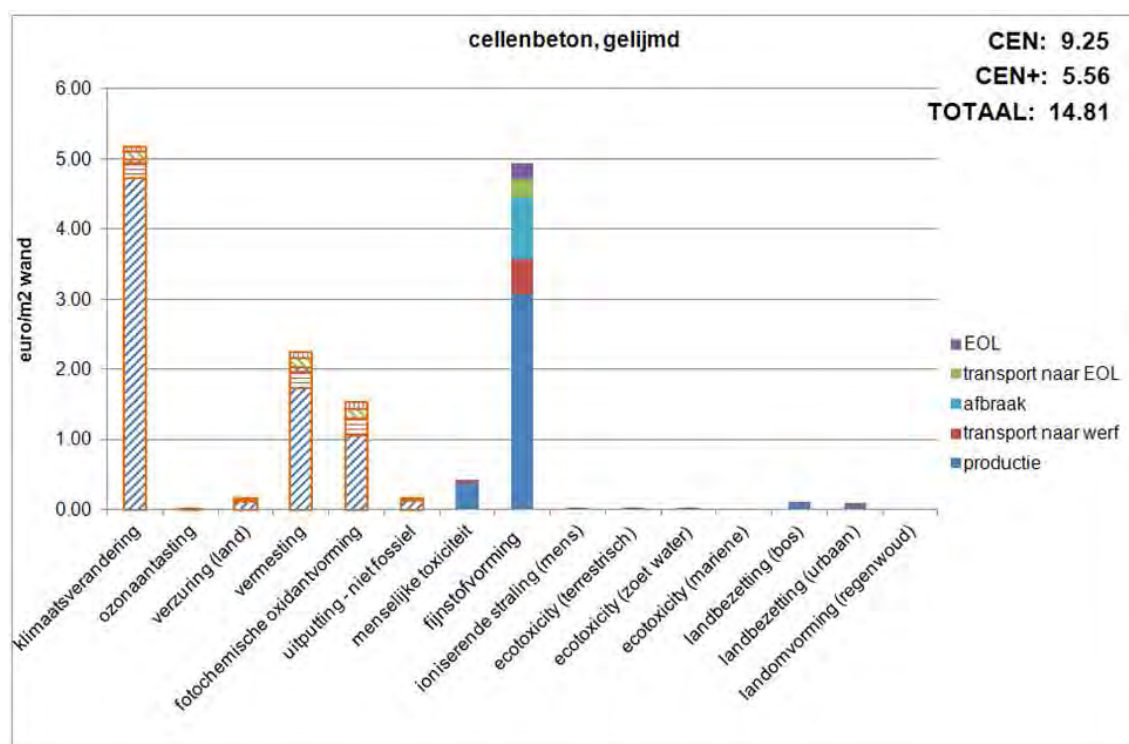
---

90 De negatieve impacten kunnen verklaard worden door de negatieve effecten op deze indicator van het delven van de voor de verbranding benodigde fossiele brandstoffen, terwijl de positieve impacten van het afvalverbrandingsproces te danken zijn aan het achteraf storten van de bekomen assen en andere afvalstoffen en de latere veronderstelde herbestemming van deze stortplaatsen als natuurgebied.

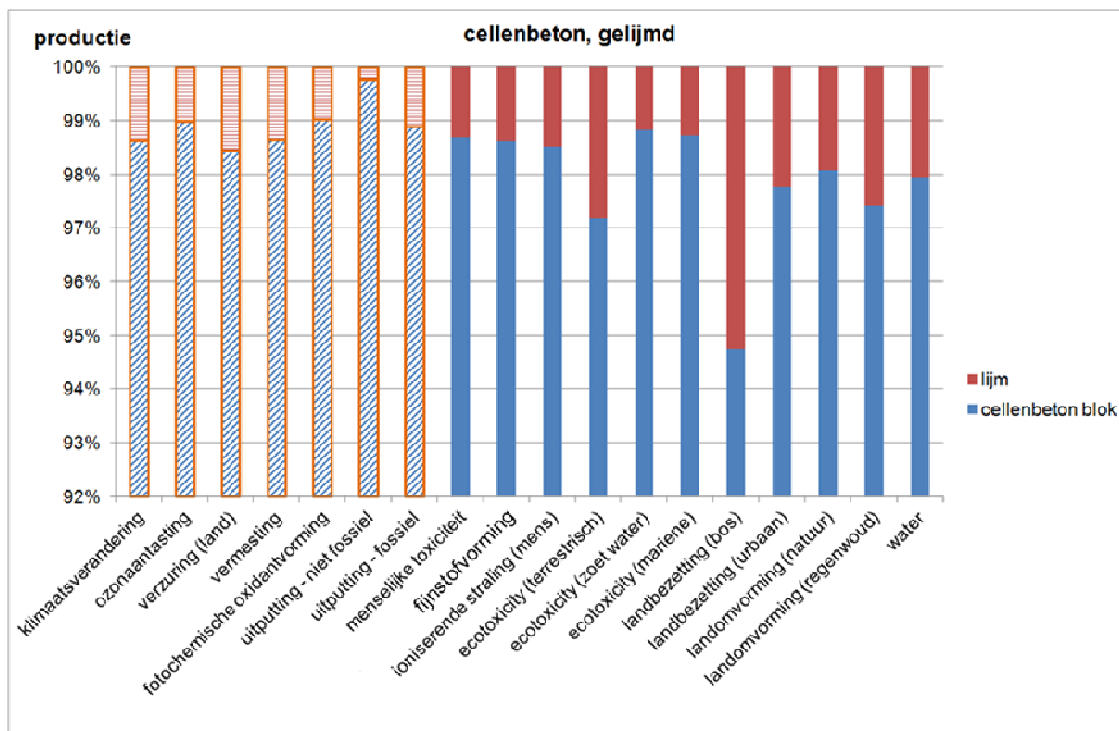
## 6.2.5 Wand in gelijkde cellenbetonblokken



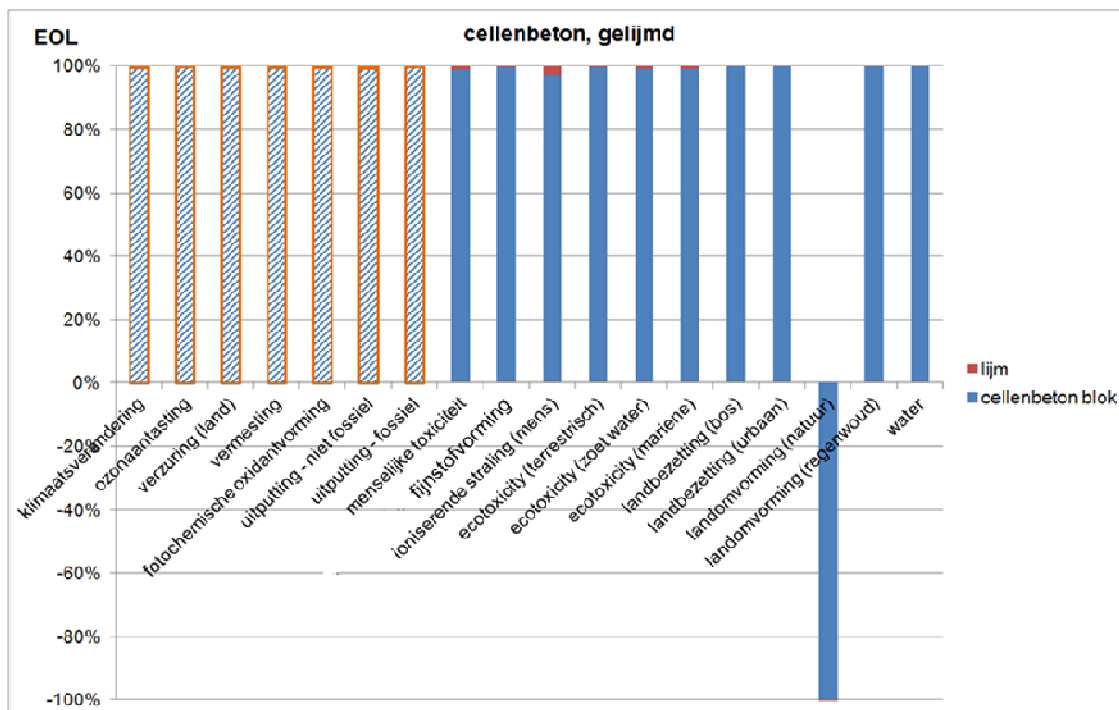
**Figuur 87: relatieve bijdrage van 1 m² gelijkde cellenbetonwand, uitgedrukt per levenscyclusfase (gearceerd: CEN, vol: CEN+).**



**Figuur 88: absolute bijdrage van 1 m² gelijkde cellenbetonwand, uitgedrukt in euro en per levenscyclusfase (gearceerd: CEN, vol: CEN+).**



Figuur 89: relatieve bijdrage van 1 m<sup>2</sup>gelijmd cellenbetonwand, uitgedrukt per samenstellend materiaal voor de productiefase (gearceerd: CEN, vol: CEN+).



Figuur 90: relatieve bijdrage van 1 m<sup>2</sup>gelijmd cellenbetonwand, uitgedrukt per samenstellend materiaal voor de EOL-fase (gearceerd: CEN, vol: CEN+).

### 6.2.5.1 Beschrijving van het verwerkt materiaal

Het verwerkt materiaal “wand in gelijmde cellenbetonblokken” komt overeen met het dragende onderdeel van een binnen- of buitenwand, die wordt opgetrokken uit cellenbetonblokken (60x30x25 cm; zie [paragraaf 5.2.2](#) voor meer details), die op de werf aan elkaar gelijmd worden met een speciale lijm mortel (voegdikte 0.3 cm). Voor 1 m<sup>2</sup> wand is 189.4 kg cellenbetonblokken en 5.4 kg lijm mortel nodig. Deze informatie is gebaseerd op technische fiches van verschillende Belgische producenten van cellenbetonblokken. Voor dit verwerkt materiaal wordt de levensduur gelijkgesteld aan deze van het gebouw (i.e. in dit geval 60 jaar). Daarnaast wordt ervan uitgegaan dat er geen schoonmaak of onderhoud nodig is. De cellenbetonblokken behoren tot de transportcategorie “losse producten voor de ruwbouw” en tot de afvalcategorie “cellenbeton” (i.e. storten en recycleren) (cf. [paragraaf 5.2.2.1](#)). Voor de lijm mortel worden respectievelijk de transport- en afvalscenario's voor “bulkmaterialen voor de ruwbouw” en “inert afval (storten)” toegepast.

### 6.2.5.2 Interpretatie van de resultaten

#### Invloed van de levenscyclusfases op het levenscyclusmilieuprofiel

De productiefase is voor bijna alle individuele milieu-indicatoren de dominante levenscyclusfase (i.e. meer dan 50% van het milieuprofiel). De grote uitzonderingen hierop zijn de milieu-indicatoren “urbane en natuurlijke landomvorming”, waar de EOL-fase eveneens een zeer belangrijke rol speelt. De finale afvalverwerking van de gelijmde cellenbetonwand (i.e. storten) heeft een relatief grote negatieve impact op de indicator voor “urbane landomvorming” (i.e. ongeveer 35% van de totale impact), maar een nog grotere positieve impact op de indicator voor “natuurlijke landomvorming” (i.e. ongeveer 45% van de totale impact) (zie ook [paragraaf 5.2.2.2](#)). Ook het transport van de cellenbetonblokken en de lijm mortel van fabriek tot werf en van werf tot EOL heeft een redelijk belangrijke impact op de meeste indicatoren (i.e. meer dan 10% van de totale impact).

#### Invloed van de milieu-indicatoren op het levenscyclusmilieuprofiel

De meest dominante milieu-indicatoren over de gehele levenscyclus van 1 m<sup>2</sup> gelijmde cellenbetonwand zijn achtereenvolgens “klimaatverandering”, “fijnstofvorming”, “vermesting” en “fotochemische oxidantvorming”. De andere indicatoren hebben een verwaarloosbare invloed op het totaal geaggregeerd milieuprofiel. De totale milieu-impact van de CEN indicatoren is bijna tweemaal zo groot als deze van de CEN+ indicatoren.

#### Invloed van de materialen op het milieuprofiel tijdens de verschillende levenscyclusfasen

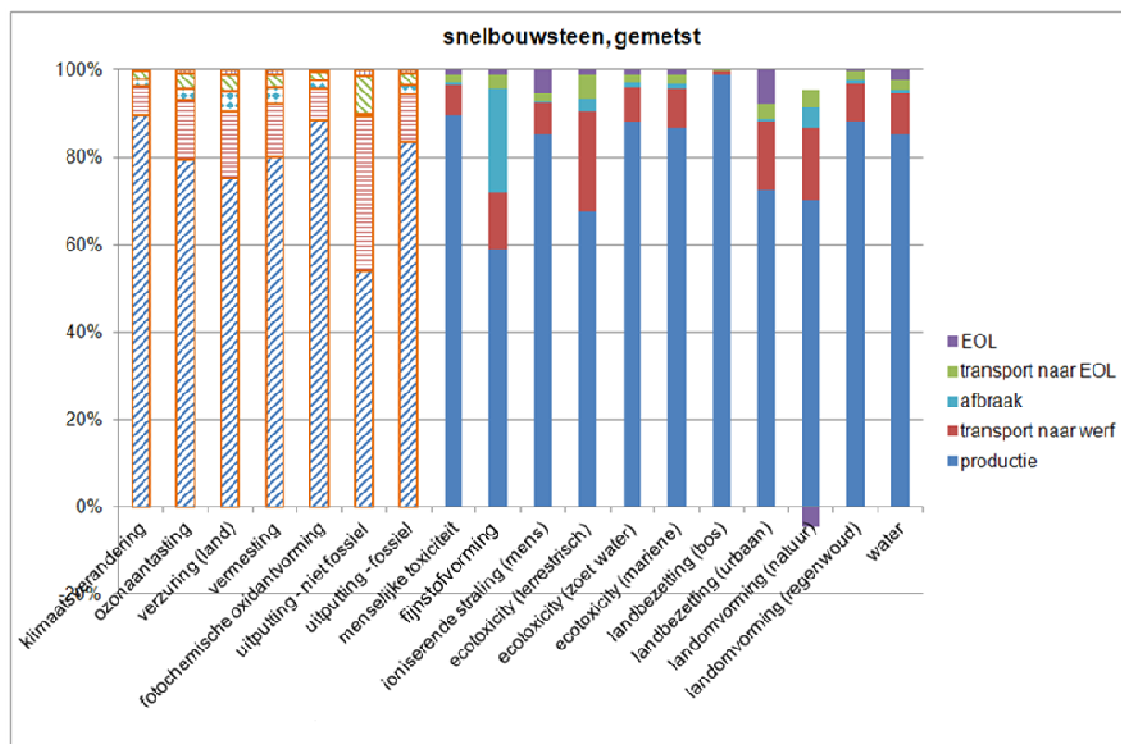
Tijdens de productiefase zijn de benodigde cellenbetonblokken bij alle individuele milieu-indicatoren verantwoordelijk voor meer dan 97% van de totale milieu-impact, behalve bij de indicator voor “landbezetting bos”, waar de lijm mortel goed is voor zo'n 5% van de totale impact.

De milieu-impacten tijdens de transportfase van fabriek tot werf en van werf tot EOL zijn hoofdzakelijk te wijten aan het transport van de cellenbetonblokken en het cellenbetonpuin (circa 98% voor alle indicatoren).

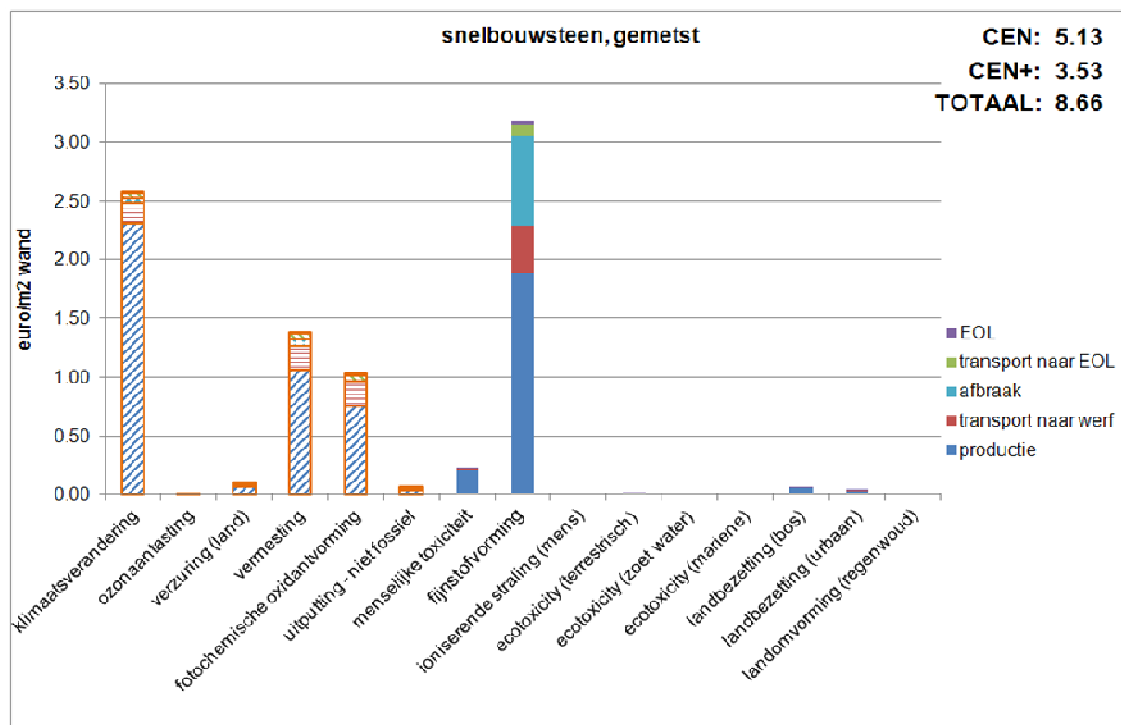
Tijdens de afbraakfase wordt, omwille van de gelijke afbraakscenario's, de relatieve bijdrage van de samenstellende materialen bepaald door hun onderlinge gewichtsverhouding per functionele eenheid (i.e. 1 m<sup>2</sup> wand), zijnde 97% voor de cellenbetonblokken en 3% voor de lijm mortel.

Wat de EOL-fase betreft, is de grootste milieu-impact voor alle indicatoren te wijten aan de finale verwerking van de cellenbetonblokken (i.e. meer dan 95% van de totale impact). Zoals eerder gesteld, is de impact van de EOL-fase voor alle indicatoren negatief, behalve voor de indicator voor “natuurlijke landomvorming” (cf. [paragraaf 5.2.2.2](#)).

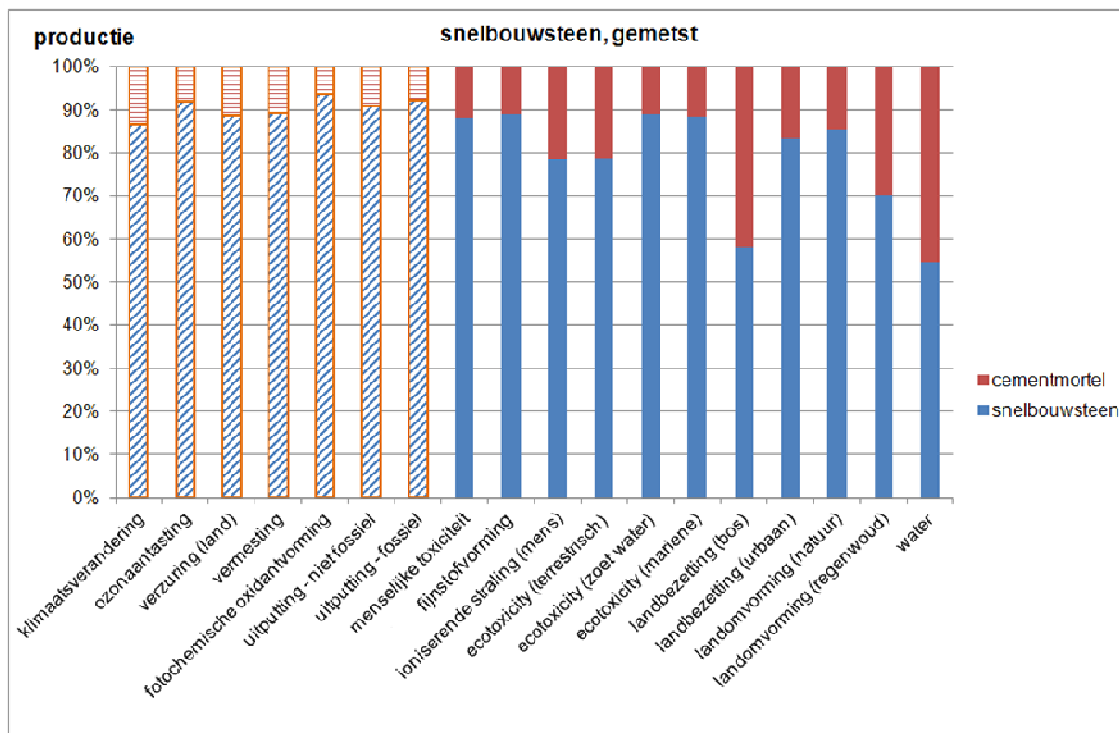
## 6.2.6 Wand in gemetste snelbouwbaksteen



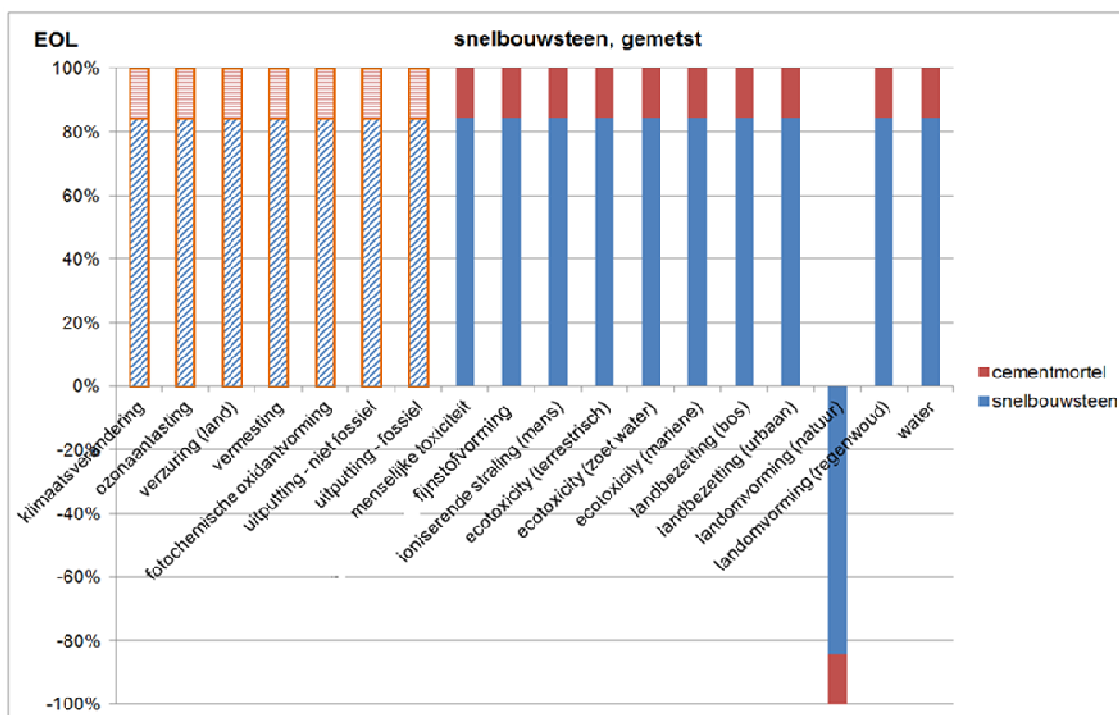
**Figuur 91: relatieve bijdrage van 1 m² gemetste snelbouwbaksteenwand, uitgedrukt per levenscyclusfase (gearceerd: CEN, vol: CEN+).**



**Figuur 92: absolute bijdrage van 1 m² gemetste snelbouwbaksteenwand, uitgedrukt in euro en per levenscyclusfase (gearceerd: CEN, vol: CEN+).**



**Figuur 93: relatieve bijdrage van 1 m<sup>2</sup> gemetste snelbouwbaksteenwand, uitgedrukt per samenstellend materiaal voor de productiefase (gearceerd: CEN, vol: CEN+).**



**Figuur 94: relatieve bijdrage van 1 m<sup>2</sup> gemetste snelbouwbaksteenwand, uitgedrukt per samenstellend materiaal voor de EOL-fase (gearceerd: CEN, vol: CEN+).**



#### 6.2.6.1 Beschrijving van het verwerkt materiaal

Het verwerkt materiaal “wand in gemetste snelbouwbaksteen” doet dienst als dragend onderdeel in binnen- en buitenwanden en bestaat uit twee samenstellende materialen, zijnde dragende snelbouwbakstenen (29x14x14 cm) (zie ook [paragraaf 5.2.8](#) voor meer details) en cementmortel (voegdikte 1 cm). Voor een wand met een oppervlakte van 1 m<sup>2</sup> zijn 140.16 kg snelbouwbaksteen en 26 kg cementmortel nodig. Deze hoeveelheden werden berekend op basis van technische voorlichtingen en technische fiches van verschillende Belgische producenten van snelbouwbakstenen en mortels. De levensduur van het verwerkt materiaal wordt gelijkgesteld aan deze van het gebouw (i.e. in dit geval 60 jaar) en er is geen schoonmaak, noch onderhoud nodig. Wat het transport van fabriek tot werf betreft, vallen de snelbouwbakstenen onder de categorie “losse producten voor de ruwbouw” en de cementmortel onder de categorie “bulkmaterialen voor de ruwbouw”. Wat de EOL-fase betreft, vallen beide materialen onder de categorie “inert afval”.

#### 6.2.6.2 Interpretatie van de resultaten

##### Invloed van de levenscyclusfases op het levenscyclusmilieuprofiel

De productiefase is bij alle milieu-indicatoren verantwoordelijk voor meer dan 50% van de totale milieu-impact. Daarnaast is ook het transport van de materialen van fabriek tot werf en van werf tot EOL voor de meeste indicatoren van groot belang (i.e. variërend tussen 5% en 45%). De afbraakfase heeft vooral een impact via “fijnstofvorming”. De EOL-fase levert slechts een beperkte bijdrage aan de verschillende milieu-indicatoren en heeft een kleine positieve impact op de indicator “natuurlijke landomvorming”.

##### Invloed van de milieu-indicatoren op het levenscyclusmilieuprofiel

De meest dominante milieu-indicatoren op geaggregeerd niveau, gerelateerd aan de levenscyclus van 1 m<sup>2</sup> gemetste snelbouwwand, zijn achtereenvolgens “fijnstofvorming”, “klimaatsverandering”, “vermesting” en “fotochemische oxidantvorming”. De productiefase is verantwoordelijk voor het grootste deel van deze indicatoren, hoewel de afbraak- en transportfasen ook een belangrijke bijdrage leveren aan de indicator “fijnstofvorming”. De andere indicatoren zijn van minder belang (i.e. “menselijke toxiciteit”) of verwaarloosbaar. Het aandeel van milieu-impacten in het totaal geaggregeerd milieuprofiel ten aanzien van de CEN indicatoren is veel groter dan dat van de CEN+ indicatoren.

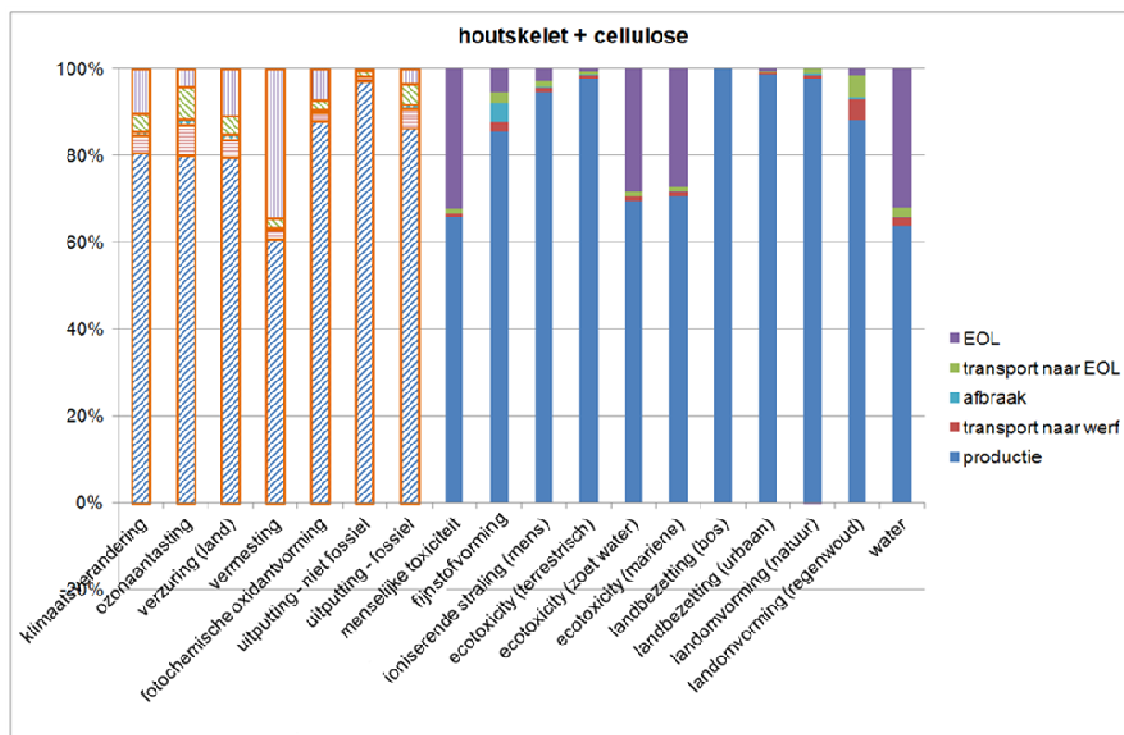
##### Invloed van de materialen op het milieuprofiel tijdens de verschillende levenscyclusfasen

De relatieve impact van de productie van de benodigde snelbouwbakstenen is voor alle milieu-indicatoren significant groter dan deze van de productie van de benodigde cementmortel (i.e. meer dan 50% van het milieuprofiel). Deze laatste is vooral voor de indicatoren “waterschaarste”, “landbezetting (bos)”, “ioniserende straling op de mens” en “terrestrische ecotoxiciteit” van enig belang (i.e. meer dan 20% van het milieuprofiel).

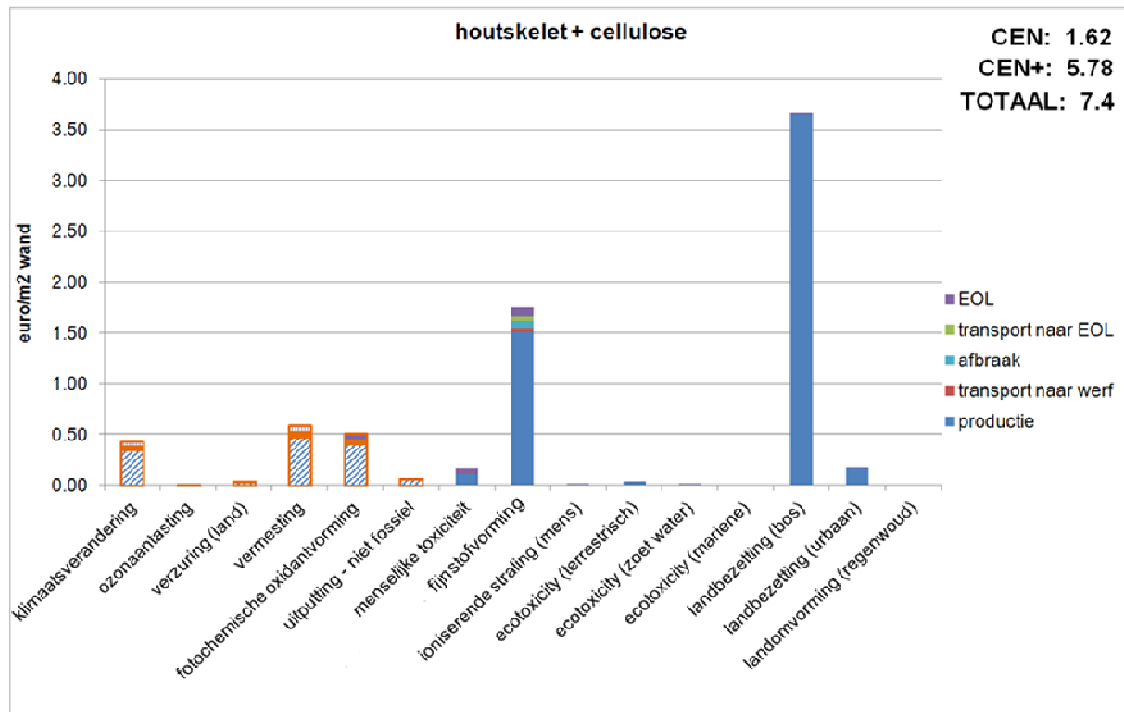
Wat het transport van fabriek tot werf betreft, verschilt de relatieve bijdrage van de samenstellende materialen slechts lichtjes tussen de verschillende indicatoren, omwille van de lichtjes verschillende transportsenario's. De bijdrage van de snelbouwsteen schommelt voor alle milieu-indicatoren rond de 86% van het totale milieuprofiel.

Omwille van de gelijke scenario's, is de relatieve impact van beide samenstellende materialen tijdens de afbraak-, transport naar EOL- en EOL-fasen voor alle individuele milieu-indicatoren gelijk aan de onderlinge gewichtsverhouding, zijnde 84% voor de snelbouwsteen en 16% voor de cementmortel. Zoals eerder vermeld, heeft de finale afvalverwerking van beide materialen een positieve impact op de indicator voor “natuurlijke landomvorming”, dankzij de in ecoinvent veronderstelde herinrichting van de stortplaatsen als struik- en bosgebied na sluiting.

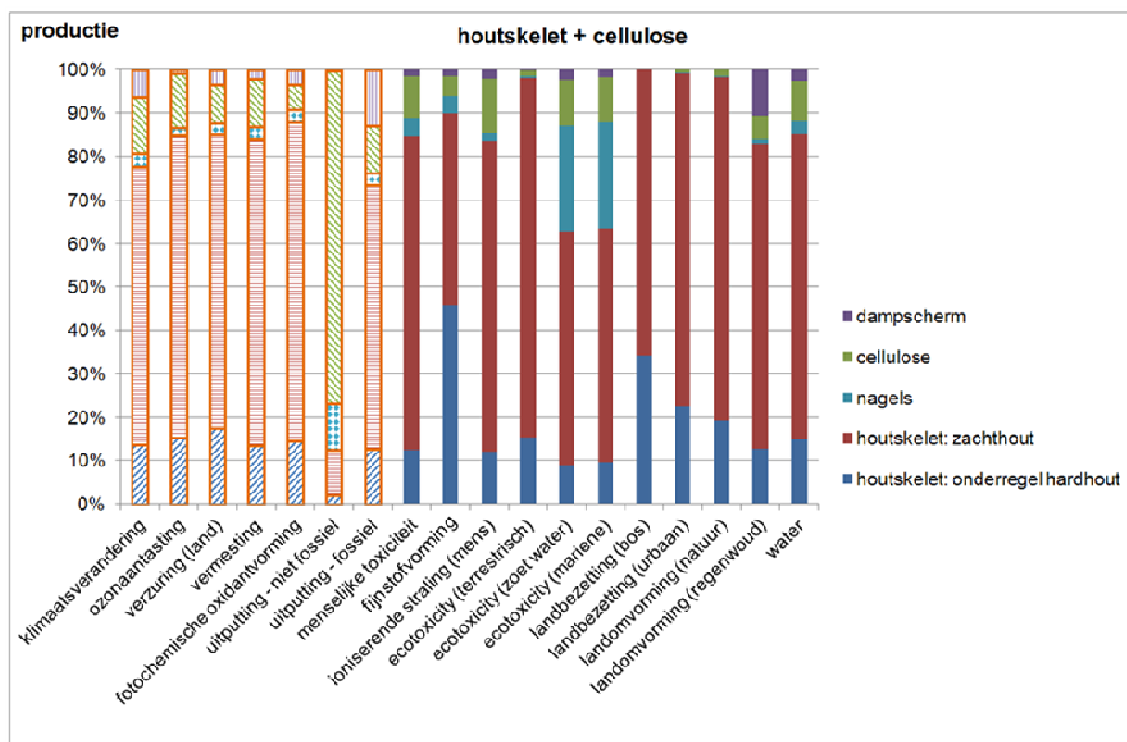
## 6.2.7 Houtskeletwand, gevuld met cellulose-isolatie



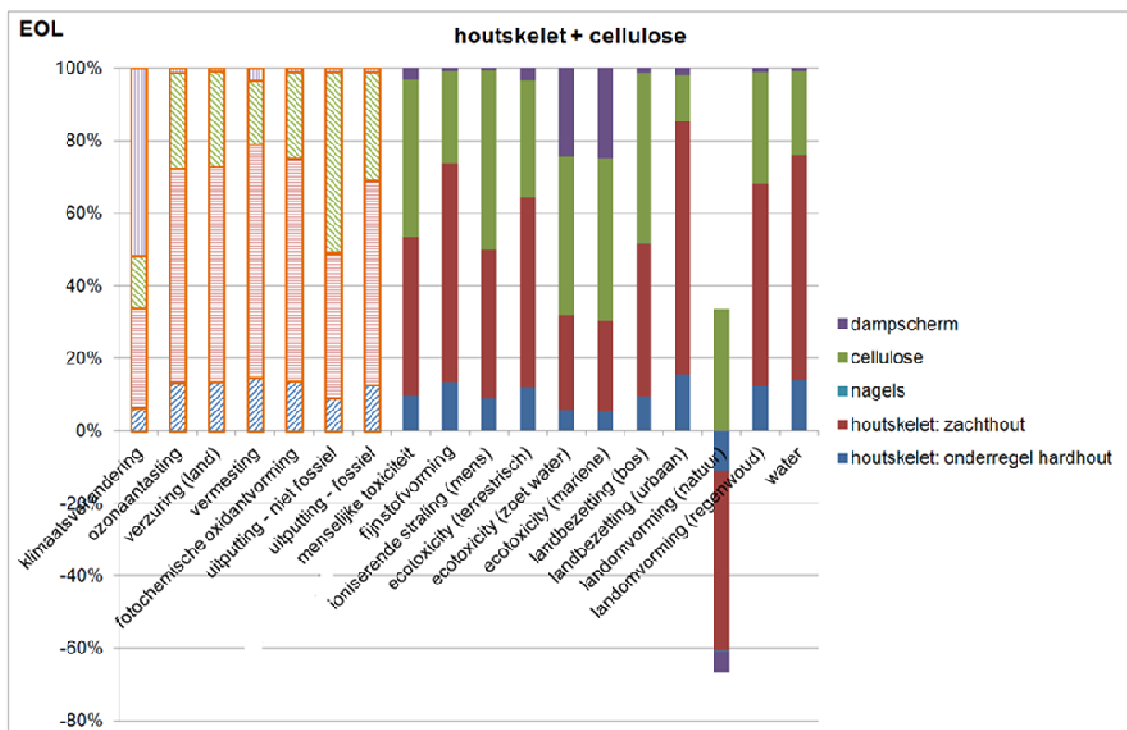
**Figuur 95: relatieve bijdrage van 1 m² houtskelet met cellulose, uitgedrukt per levenscyclusfase (gearceerd: CEN, vol: CEN+).**



**Figuur 96: absolute bijdrage van 1 m² houtskelet met cellulose, uitgedrukt in euro en per levenscyclusfase (gearceerd: CEN, vol: CEN+).**



**Figuur 97: relatieve bijdrage van 1 m² houtskelet met cellulose, uitgedrukt per samenstellend materiaal voor de productiefase (gearceerd: CEN, vol: CEN+).**



**Figuur 98: relatieve bijdrage van 1 m² houtskelet met cellulose, uitgedrukt per samenstellend materiaal voor de EOL-fase (gearceerd: CEN, vol: CEN+).**

### 6.2.7.1 Beschrijving van het verwerkt materiaal

Het verwerkt materiaal "houtskeletwand, gevuld met cellulose-isolatie" doet dienst als dragend onderdeel in binnen- en buitenwanden en bestaat enerzijds uit een houten skelet van 14 cm dikte en anderzijds uit cellulosevlokken (45 kg/m<sup>3</sup>; zie [paragraaf 5.2.3](#) voor meer details), die dienst doen als isolatie tussen het houtskelet (volledige vulling; 14 cm). Het houtskelet zelf wordt opgebouwd uit een hardhouten onderregel, zachthouten stijlen (zie [paragraaf 5.2.7](#) voor meer details) en stalen nagels. Om de isolatie op zijn plaats te houden, werd eveneens een polyethyleen dampscherm toegevoegd. De benodigde hoeveelheden van elk van deze materialen voor 1 m<sup>2</sup> houtskeletwand zijn 0.004 m<sup>3</sup> hardhout, 0.024 m<sup>3</sup> zachthout, 0.056 kg nagels, 5.04 kg cellulosevlokken en 0.198 kg dampscherm. Deze hoeveelheden zijn gebaseerd op technische voorlichtingen en op technische fiches van verschillende Belgische producenten en verdelers van de verschillende materialen. De levensduur van dit verwerkt materiaal wordt gelijkgesteld aan deze van het gebouw (i.e. in dit geval 60 jaar). Schoonmaak en onderhoud worden niet nodig geacht. De houten onderdelen van het verwerkt materiaal vallen onder de transportcategorie "prefabproducten voor de ruwbouw", de cellulose-isolatie valt onder de transportcategorie "isolatie" en de nagels en het dampscherm behoren tot de categorie "losse producten voor de ruwbouw". Wat de afvalcategorieën betreft, zijn respectievelijk de categorieën "chemisch verduurzaamd hout" (i.e. verbranden en storten), "metalen" (i.e. storten en recycleren), "brandbare isolatie" (i.e. verbranden) en "polyolefinen (PE)" (i.e. verbranden, storten en recycleren/hergebruiken) van toepassing op het houtskelet, de nagels, de cellulose-isolatie en het dampscherm.

### 6.2.7.2 Interpretatie van de resultaten

#### Invloed van de levenscyclusfases op het levenscyclusmilieuprofiel

De productiefase is voor alle individuele milieu-indicatoren de dominante fase (i.e. meer dan 50% van het milieuprofiel) (zie ook [paragrafen 5.2.3.2](#) en [5.2.7.2](#)). De impact op de indicatoren betreffende "uitputting van niet-fossiele grondstoffen", "ioniserende straling", "terrestrische ecotoxiciteit", "landbezetting (bos en urbaan)" en "natuurlijke landomvorming" is bijna volledig te wijten aan de productiefase (i.e. meer dan 90% van het milieuprofiel). Naast de productiefase heeft ook de EOL-fase een relevante invloed op een aantal milieu-indicatoren (cf. relatieve bijdrage van ongeveer 35% op de indicatoren "vermesting", "menselijke toxiciteit", "mariene en zoetwater ecotoxiciteit" en "waterschaarste"). De relatieve bijdrage van de transportfasen blijft beperkt tot maximum 15% van het milieuprofiel en is het grootste bij de indicatoren aangaande "ozonaantasting", "klimaatsverandering", "verzuring van de bodem", "uitputting van fossiele grondstoffen" en "landomvorming (regenwoud)".

#### Invloed van de milieu-indicatoren op het levenscyclusmilieuprofiel

De meest dominante milieu-indicatoren op geaggregeerd niveau over de gehele levenscyclus van 1 m<sup>2</sup> houtskelet gevuld met cellulose zijn "landbezetting (bos)" en "fijnstofvorming". De andere indicatoren hebben slechts een beperkte (i.e. "vermesting", "fotochemische oxidantvorming", "klimaatsverandering", "urbane landbezetting" en "menselijke toxiciteit") of verwaarloosbare impact. De productiefase is voor alle indicatoren de dominante fase. Het aandeel van de CEN+ indicatoren in het totaal geaggregeerd milieuprofiel is bijna 4 keer zo groot als deze van de CEN indicatoren. Dit is vooral te wijten aan de houten onderdelen van het verwerkt materiaal, die een grote impact hebben op de milieu-indicatoren i.v.m. landbezetting.

#### Invloed van de materialen op het milieuprofiel tijdens de verschillende levenscyclusfasen

Tijdens de productiefase hebben de houten onderdelen van het verwerkt materiaal een dominante impact (i.e. meer dan 50% van het milieuprofiel) op alle individuele milieu-indicatoren, behalve op "uitputting van niet-fossiele grondstoffen". Het is de cellulose-isolatie, die de belangrijkste bijdrage levert aan deze laatste indicator (i.e. bijna 80% van het milieuprofiel; zie ook [paragraaf 5.2.3.2](#)). Daarnaast is de cellulose-isolatie voor de meeste indicatoren verantwoordelijk voor zo'n 5% tot 15% van de totale milieu-impact. De stalen nagels hebben, ondanks hun kleine gewichtsperscentage, voor de meeste indicatoren een relatieve bijdrage van ongeveer 5% met pieken tot zo'n 25% voor de indicatoren "zoetwater en mariene ecotoxiciteit". Het dampscherm, tenslotte, heeft over het algemeen een beperkte bijdrage (i.e. ongeveer 5% van het milieuprofiel), behalve voor de indicatoren "uitputting van fossiele

grondstoffen" en "landomvorming (regenwoud)", waar het verantwoordelijk is voor zo'n 10% tot 15% van het totale milieuprofiel.

Tijdens het transport van fabriek tot werf zijn de houten onderdelen van het verwerkt materiaal voor alle individuele indicatoren verantwoordelijk voor bijna 60% van de totale milieu-impact. De cellulose-isolatie zorgt voor zo'n 35% tot 40% van de impact. De kleine verschillen tussen de indicatoren zijn te wijten aan de verschillende transportsценario's voor de verschillende materialen.

De relatieve milieu-impacten van de verschillende materialen tijdens de afbraakfase worden, omwille van de gelijke scenario's voor alle samenstellende materialen, bepaald door hun onderlinge gewichtsverhoudingen (i.e. 69% voor het hout, 29% voor de isolatie, 1% voor de nagels en 1 % voor het dampscherm).

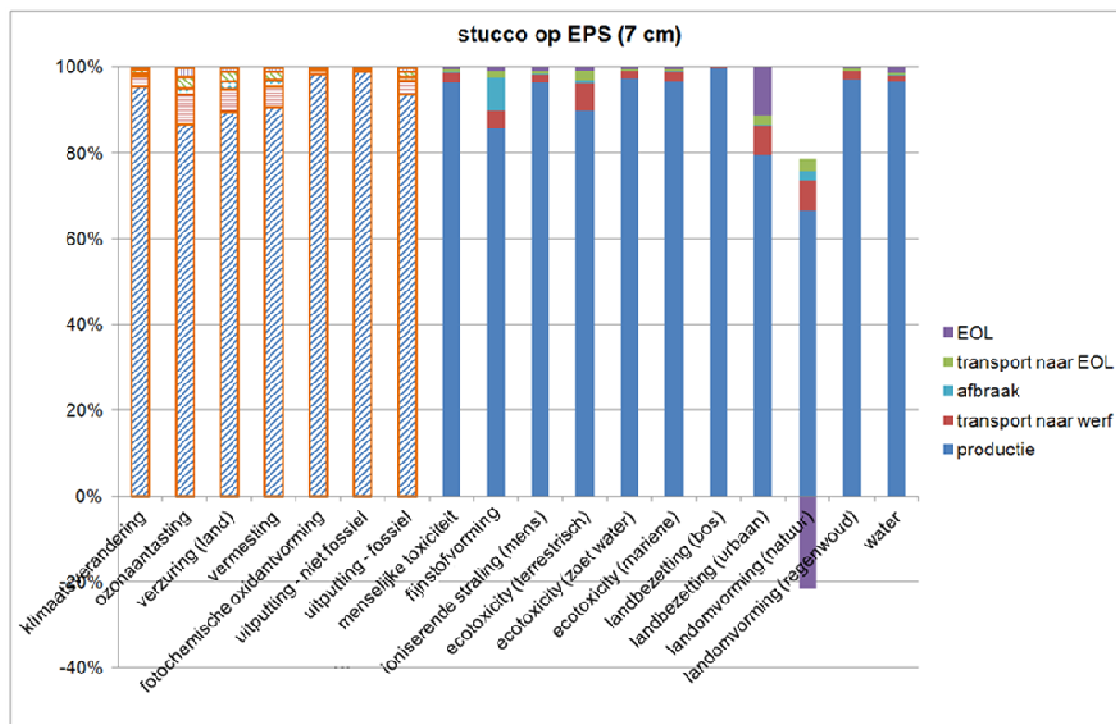
Tijdens de transport naar EOL-fase zijn de houten onderdelen van het verwerkt materiaal voor alle milieu-indicatoren verantwoordelijk voor ongeveer 70% van de totale impact, terwijl de cellulose-isolatie gemiddeld goed is voor bijna 30% van de totale impact. De kleine verschillen tussen de indicatoren zijn te wijten aan de verschillende transportsценario's.

Tijdens de EOL-fase zijn de houten onderdelen van het verwerkt materiaal dominant voor 12 van de 18 milieu-indicatoren (i.e. meer dan 50% van het milieuprofiel). Het verbranden van het chemisch verduurzaamd hout zorgt voor mogelijks belangrijke toxische en andere milieueffecten (vb. "vermesting"; zie ook [paragraaf 5.2.7.2](#)). De relatieve bijdrage van de cellulose-isolatie op het einde van zijn levensduur is groter dan tijdens de productiefase en bedraagt voor de meeste milieu-indicatoren ongeveer 20% tot 50%. Deze impact heeft veelal te maken met de verbranding van de brandvertrager, die tijdens de productiefase toegevoegd werd. De afvalverwerking van het dampscherm (i.e. verbranden en storten) heeft een zeer belangrijke impact op de indicatoren "klimaatverandering" en "zoetwater en mariene ecotoxiciteit" (i.e. respectievelijke bijdrage van ongeveer 50% en 25%). De impact van de afvalverwerking van het hout, de nagels en het dampscherm op de indicator "natuurlijke landomvorming" is positief, terwijl de impact van de verbranding van de cellulose op deze indicator negatief is<sup>91</sup>. Na afwegen van de positieve en negatieve impacten op deze indicator blijft een kleine positieve netto-impact over.

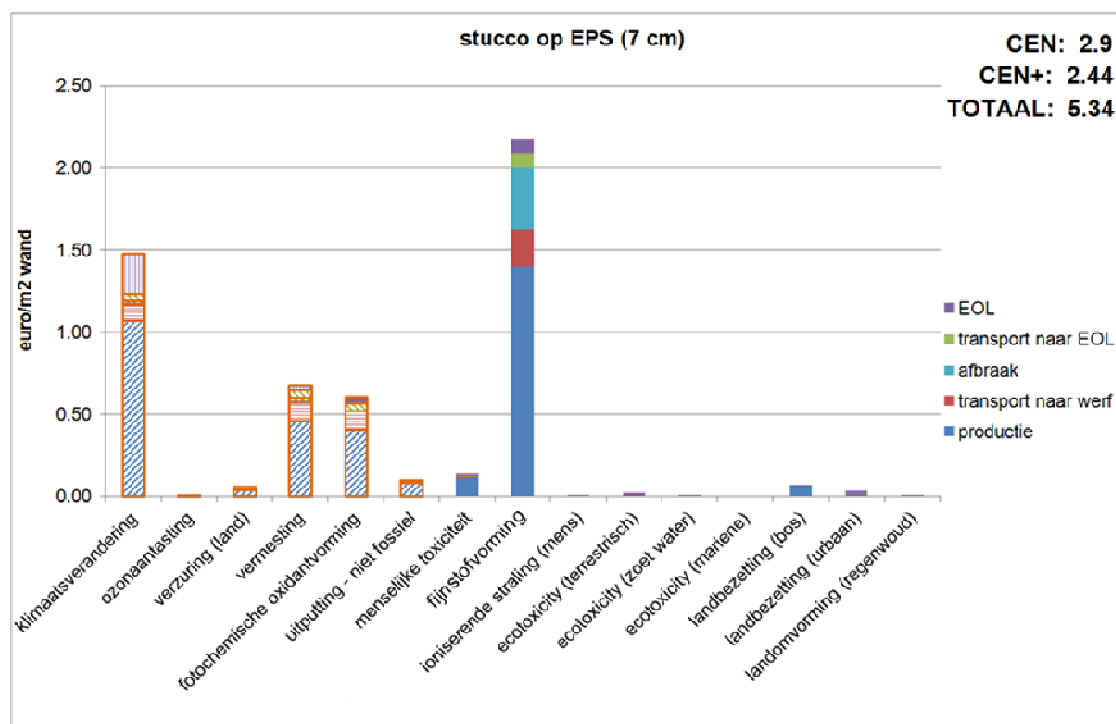
---

91 De positieve impacten zijn vooral te danken aan het storten van zowel het initiële afval als het na verbranding bekomen residueel afval en de binnen ecoinvent veronderstelde herbestemming van de stortplaatsen als natuurgebied na sluiting. De negatieve impacten zijn vooral te wijten aan de negatieve effecten van het delven van de voor verbranding benodigde fossiele brandstoffen.

## 6.2.8 Stucco op geëxpandeerde polystyreenplaten

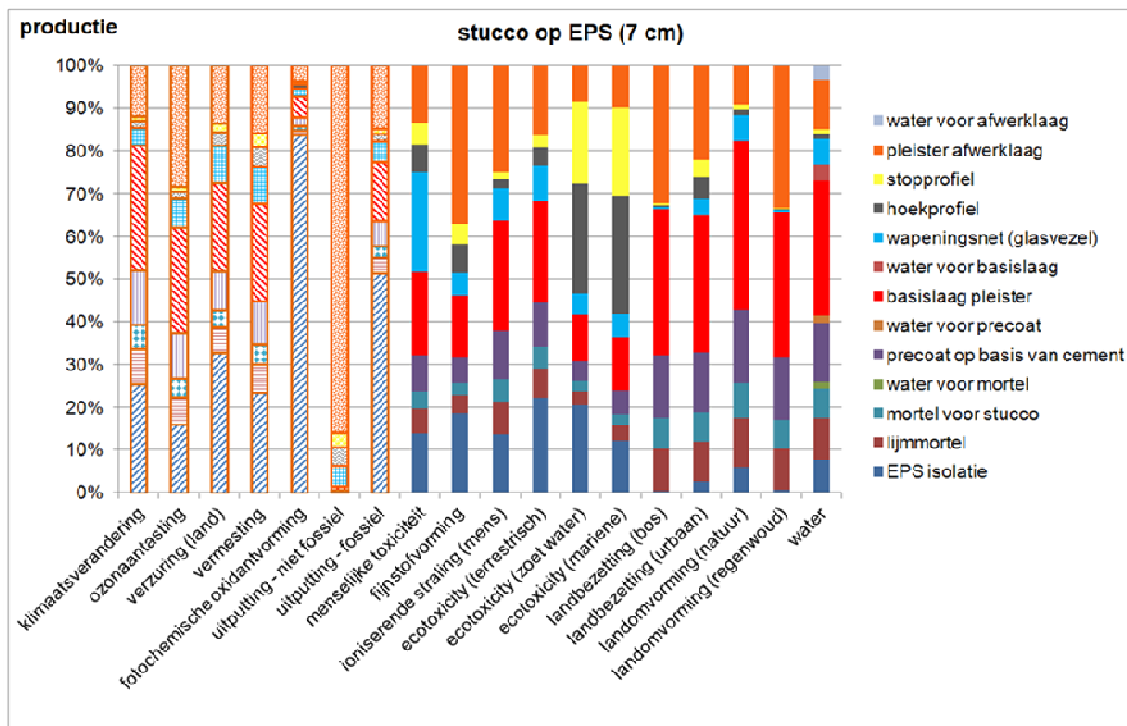


Figuur 99: relatieve bijdrage van 1 m<sup>2</sup> stucco op geëxpandeerde polystyreenplaten, uitgedrukt per levenscyclusfase (gearceerd: CEN, vol: CEN+).

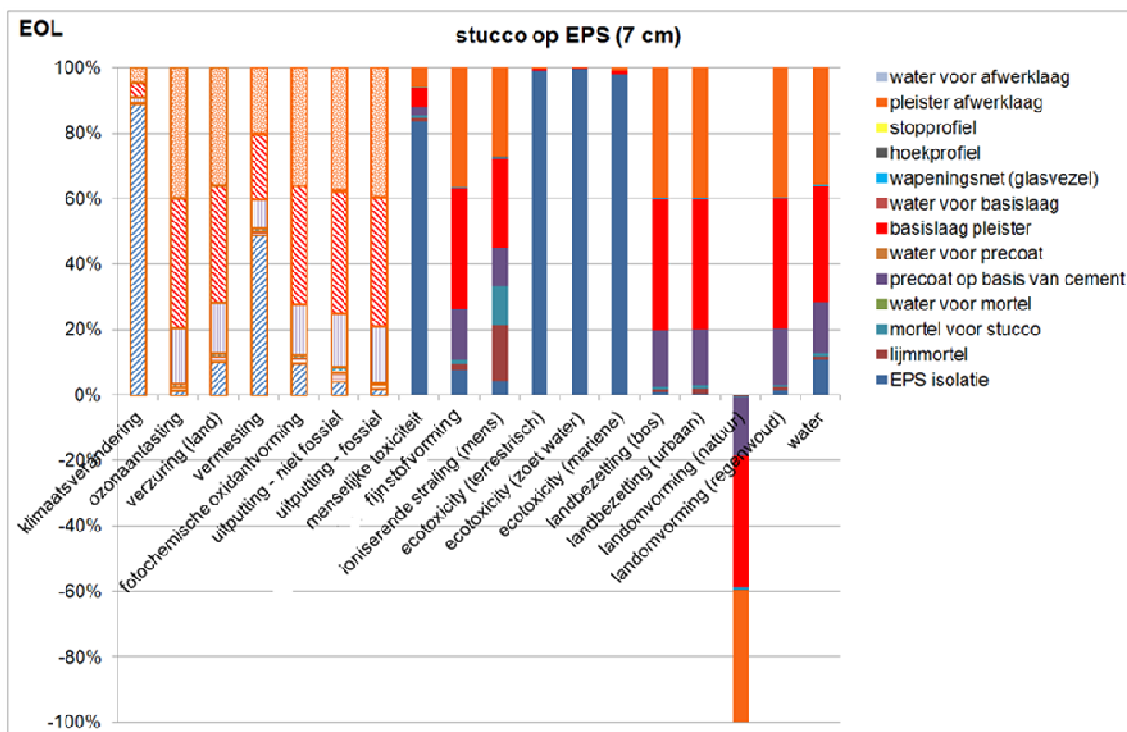


Figuur 100: absolute bijdrage van 1 m<sup>2</sup> stucco op geëxpandeerde polystyreenplaten, uitgedrukt in euro en per levenscyclusfase (gearceerd: CEN, vol: CEN+).





**Figuur 101: relatieve bijdrage van 1 m<sup>2</sup> stucco op geëxpandeerde polystyreenplaten, uitgedrukt per samenstellend materiaal voor de productiefase (gearceerd: CEN, vol: CEN+).**



**Figuur 102: relatieve bijdrage van 1 m<sup>2</sup> stucco op geëxpandeerde polystyreenplaten, uitgedrukt per samenstellend materiaal voor de EOL-fase (gearceerd: CEN, vol: CEN+).**

### 6.2.8.1 Beschrijving van het verwerkt materiaal

Het verwerkt materiaal “stucco op geëxpandeerde polystyreenplaten” beoogt een toepassing als isolatie in combinatie met een buitenafwerking van buitenwanden en wordt opgebouwd uit twee samenstellende materialen, zijnde enerzijds een geëxpandeerde polystyreen (EPS) isolatieplaat (15 kg/m<sup>3</sup>, 7 cm dikte), die met behulp van een lijm mortel bevestigd wordt op de draagconstructie, en anderzijds een traditionele pleister op isolatie (stucco, dikte 3.3 cm). Deze laatste bestaat uit een aantal verschillende basismaterialen, zijnde een bindmortel voor stucco, een precoat op basis van cement, een basispleisterlaag, een wapeningsnet bestaande uit glasvezels, de benodigde stalen hoek- en stopprofielen, een afwerkpleisterlaag en leidingwater. De benodigde hoeveelheden voor 1 m<sup>2</sup> wand zijn de volgende: 1.05 kg EPS, 7 kg lijm mortel, 5 kg bindmortel, 10 kg precoat, 23 kg basispleister, 0.275 kg wapeningsnet, 0.1 kg profielen, 23 kg afwerkpleister en 12.6 kg drinkwater. Deze hoeveelheden zijn gebaseerd op technische voorlichtingen en technische fiches van verschillende Belgische producenten van de verschillende materialen. De voor dit verwerkt materiaal veronderstelde levensduur bedraagt 40 jaar voor zowel de stucco als de isolatie. Het groot onderhoud van de stucco bestaat uit het waterstralen van de gevel en het gedeeltelijk vervangen na 15 jaar. De EPS-isolatie valt onder de transportcategorie “isolatie” en de afvalcategorie “brandbare isolatie” (i.e. verbranden). De pleisterlagen en het wapeningsnet vallen onder de transportcategorie “afwerkingsproducten: pleisters” en de afvalcategorie “pleisters” (i.e. storten). De cementmortel (zowel lijm mortel als bindmortel) en de stalen profielen behoren respectievelijk tot de transportcategorieën “bulkmaterialen voor de ruwbouw” en “losse producten voor de ruwbouw” en de afvalcategorieën “inert afval” (i.e. storten) en “metalen” (i.e. storten en recycleren). Voor het leidingwater worden geen transport- of afvalverwerkingsscenario's toegekend.

### 6.2.8.2 Interpretatie van de resultaten

#### Invloed van de levenscyclusfasen op het levenscyclusmilieuprofiel

De productiefase is voor alle milieu-indicatoren de dominante levenscyclusfase (i.e. meer dan 50% van het milieuprofiel). Het transport van fabriek tot werf en van werf tot EOL heeft voor de meeste indicatoren een bijdrage tussen 5% en 10%. De afbraakfase heeft een bijdrage van ongeveer 10% tot de indicator “fijnstofvorming” en de EOL-fase heeft een bijdrage van 10% of meer tot de indicatoren “urbane landbezetting” (negatieve impact) en “natuurlijke landomvorming” (positieve impact).

#### Invloed van de milieu-indicatoren op het levenscyclusmilieuprofiel

De dominante milieu-indicatoren voor de levenscyclus van 1 m<sup>2</sup> stucco op geëxpandeerde polystyreenplaten op geaggregeerd niveau zijn achtereenvolgens “fijnstofvorming”, “klimaatverandering”, “vermesting” en “fotochemische oxidantvorming”. De andere indicatoren hebben slechts een beperkte bijdrage (i.e. “menselijke toxiciteit”, “uitputting van niet-fossiele grondstoffen”, “landbezetting (bos)” en “verzuring van de bodem”) of zijn niet relevant. Bij de dominante milieu-indicatoren zorgt de productiefase voor de grootste bijdrage, gevolgd door de transport- en EOL-fasen. Zoals hoger vermeld, speelt de afbraakfase een relevante rol wat betreft de indicator “fijnstofvorming”. De CEN indicatoren hebben een iets grotere bijdrage dan de CEN+ indicatoren.

#### Invloed van de materialen op het milieuprofiel tijdens de verschillende levenscyclusfasen

Tijdens de productiefase heeft de stuccolaag voor alle milieu-indicatoren een dominante impact (i.e. meer dan 50% van het milieuprofiel), behalve voor de indicatoren “fotochemische oxidantvorming” en “uitputting van fossiele grondstoffen”, waar de EPS-isolatie (inclusief de lijm mortel) dominant is (i.e. meer dan 50% van het milieuprofiel). Binnen de stuccolaag wordt de grootste bijdrage over het algemeen geleverd door de basis- en afwerkpleisters. De impact van de stalen profielen en het wapeningsnet is echter voor sommige milieu-indicatoren zeker niet te verwaarlozen. Zo leveren de profielen een relatieve bijdrage van ongeveer 40% à 50% aan de indicatoren “zoetwater en mariene ecotoxiciteit”, terwijl de relatieve bijdrage van het wapeningsnet aan de indicator “menselijke toxiciteit” ongeveer 20% bedraagt. De impact van het in-situ gebruikt leidingwater heeft enkel een invloed op de indicator “waterschaarste”; het aandeel is echter weinig belangrijk.

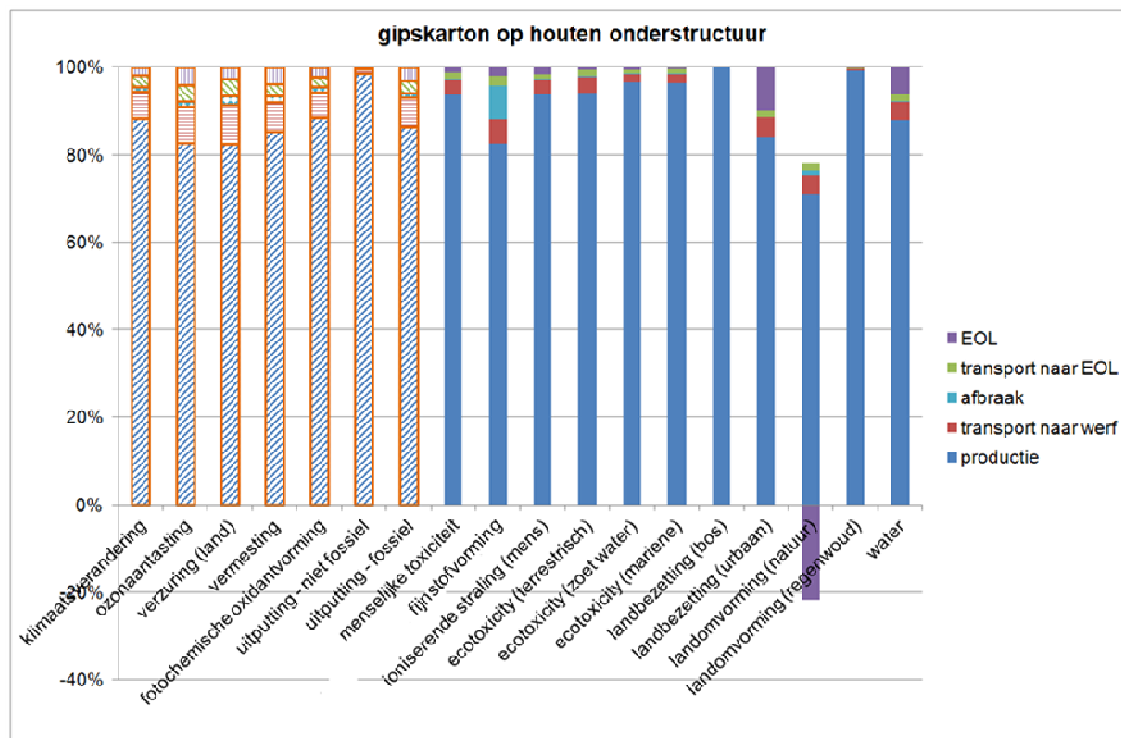
Tijdens het transport naar de werf is de bijdrage van de stucco voor alle indicatoren dominant (i.e. meer dan 90% van het milieuprofiel). Dit is vooral te wijten aan de grotere benodigde hoeveelheden aan materialen per m<sup>2</sup> wand voor de stucco dan voor de isolatie. De kleine verschillen in relatieve bijdrage van de samenstellende materialen tussen de verschillende milieu-indicatoren zijn gerelateerd aan de lichtjes verschillende transportsценario's voor de verschillende materialen.

De relatieve bijdrage van de samenstellende materialen tijdens de afbraakfase komt voor alle milieu-indicatoren overeen met hun onderlinge gewichtspersentages. Dit betekent dat de grootste bijdrage tot de totale milieu-impact geleverd wordt door de basis- en afwerkpleisterlagen (i.e. bijdrage van telkens 28%), gevolgd door het water (i.e. bijdrage van 15%) en de precoat (i.e. bijdrage van 12%).

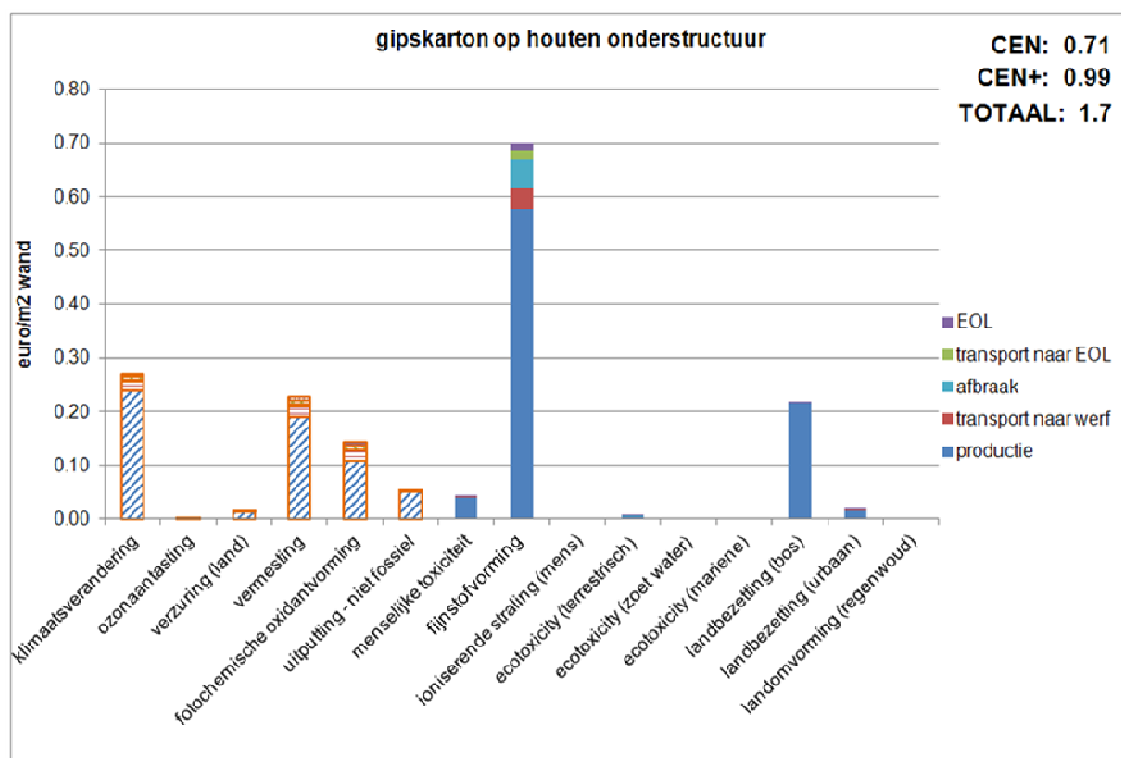
Tijdens het transport naar EOL-verwerkingssite is de relatieve bijdrage van de samenstellende materialen voor alle milieu-indicatoren zo goed als dezelfde. De heel kleine verschillen zijn te wijten aan de verschillende toegekende afvalcategorieën. Ook hier is de bijdrage van de stuccolaag dominant tegenover de bijdrage van de EPS-isolatie (i.e. meer dan 90% van het milieuprofiel).

Wat de EOL-fase betreft, is de relatieve bijdrage van de EPS-isolatie dominant (i.e. meer dan 50% van het milieuprofiel) voor 6 van de 18 milieu-indicatoren, i.e. "klimaatsverandering", "menselijke toxiciteit", "terrestrische, zoetwater en mariene ecotoxiciteit" en "vermesting". De relatieve bijdrage van de individuele pleisterlagen (i.e. precoat, basispleister en afwerkpleister) wordt, omwille van de gelijke afvalscenario's, bepaald door hun onderlinge gewichtsverhouding. De relatieve bijdragen van het wapeningsnet, de profielen, de mortel voor stucco en de lijm-mortel zijn over het algemeen verwaarloosbaar. De globale impact van de EOL-fase op de indicator voor "natuurlijke landvorming" is voor alle samenstellende materialen positief.

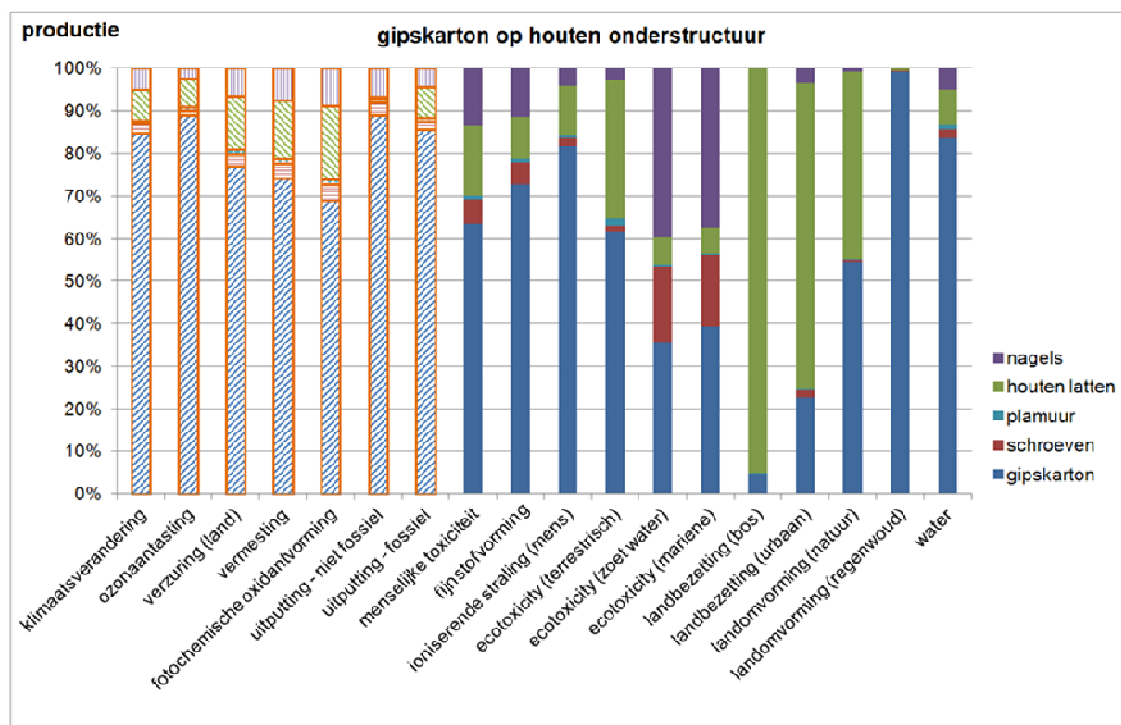
## 6.2.9 Gipskartonplaat op een houten onderstructuur



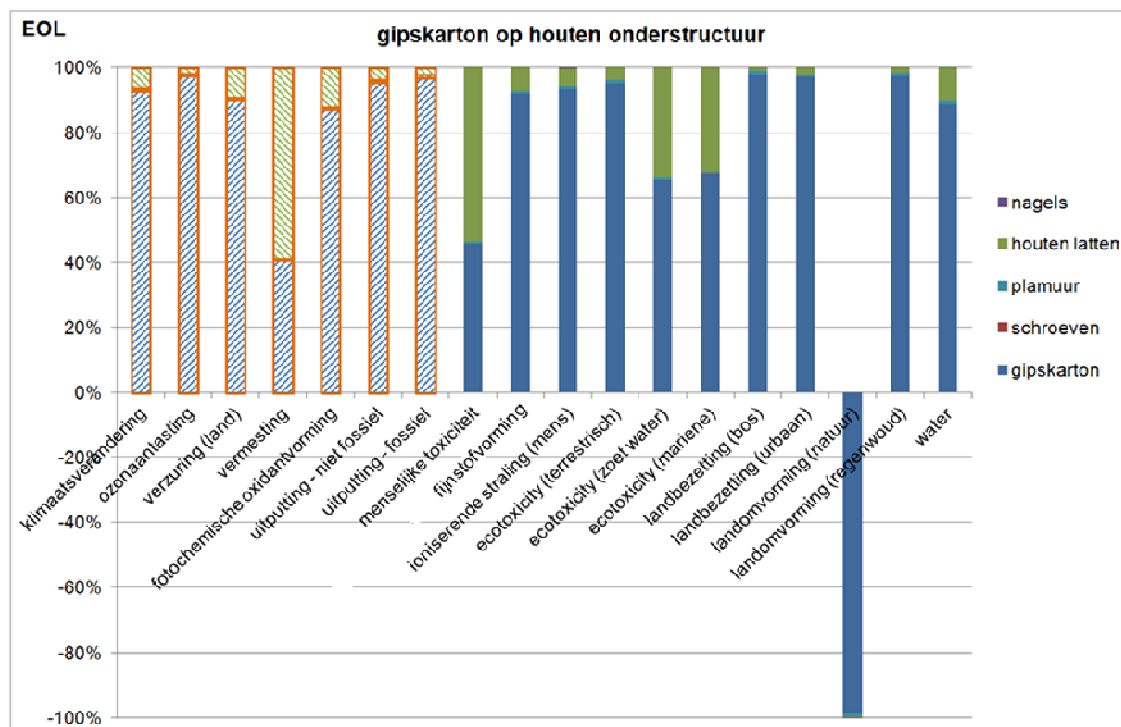
**Figuur 103: relatieve bijdrage van 1 m² gipskartonplaat op houten onderstructuur, uitgedrukt per levenscyclusfase (gearceerd: CEN, vol: CEN+).**



**Figuur 104: absolute bijdrage van 1 m² gipskartonplaat op houten onderstructuur, uitgedrukt in euro en per levenscyclusfase (gearceerd: CEN, vol: CEN+).**



**Figuur 105: relatieve bijdrage van 1 m<sup>2</sup>gipskartonplaat op houten onderstructuur, uitgedrukt per samenstellend materiaal voor de productiefase (gearceerd: CEN, vol: CEN+).**



**Figuur 106: relatieve bijdrage van 1 m<sup>2</sup>gipskartonplaat op houten onderstructuur, uitgedrukt per samenstellend materiaal voor de EOL-fase (gearceerd: CEN, vol: CEN+).**

### 6.2.9.1 Beschrijving van het verwerkt materiaal

Het verwerkt materiaal “gipskartonplaat op een houten onderstructuur” beoogt een toepassing als afwerking aan de binnenzijde van een buiten- of binnenwand en bestaat uit gipskartonplaten (12.5 mm dikte), die met behulp van stalen schroeven op een houten onderstructuur, bestaande uit houten latten, bevestigd worden. De latten worden op de draagconstructie bevestigd met behulp van stalen nagels. De gipsplaten worden tot slot afgewerkt met een afwerkingsplamuur. De benodigde hoeveelheden voor 1 m<sup>2</sup> wand zijn 10.5 kg gipskartonplaat, 0.02 kg schroeven, 0.1 kg plamuur, 0.002 m<sup>3</sup> zacht hout en 0.044 kg nagels. Deze hoeveelheden zijn gebaseerd op technische voorlichtingen en technische fiches van Belgische fabrikanten van de verschillende materialen. De levensduur van dit verwerkt materiaal wordt vastgelegd op 30 jaar voor zowel de gipsplaten als de draagstructuur. Elke 10 jaar wordt een groot onderhoud uitgevoerd, bestaande uit het uitkrabben, opnieuw opvullen en opschuren van barsten en gaten in de platen. Terwijl de gipsplaten en de plamuur behoren tot de transportcategorie “afwerkingsproducten: pleister”, vallen de overige materialen onder de categorie “losse producten voor de ruwbouw”. De afvalcategorieën voor de gipsplaten en de plamuur, de schroeven en de nagels en de houten latten zijn respectievelijk “gips” (i.e. storten en recycleren), “metalen” (i.e. storten en recycleren) en “niet-verduurzaamd hout” (i.e. verbranden, storten en recycleren).

### 6.2.9.2 Interpretatie van de resultaten

#### Invloed van de levenscyclusfases op het levenscyclusmilieuprofiel

De productiefase is de dominante levenscyclusfase (i.e. meer dan 50% van het milieuprofiel) voor alle milieu-indicatoren. De transportfasen zijn voor de meeste indicatoren verantwoordelijk voor zo’n 5% tot 15% van de totale impact. De afbraakfase heeft een relevante impact op de indicator “fijnstofvorming” (i.e. bijna 10% van het milieuprofiel). De EOL-fase, tenslotte, heeft een relatief belangrijke impact op de milieu-indicatoren “urbane landbezetting”, “waterschaarste” en “natuurlijke landomvorming” (i.e. respectievelijke bijdrage van zo’n 10%, 5% en -20%).

#### Invloed van de milieu-indicatoren op het levenscyclusmilieuprofiel

De dominante milieu-indicatoren op geaggregeerd niveau over de hele levenscyclus van 1 m<sup>2</sup> gipskartonplaat op een houten onderstructuur zijn achtereenvolgens “fijnstofvorming”, “klimaatverandering”, “vermesting” en “landbezetting (bos)”. Het is de productiefase, die hiertoe de grootste bijdrage levert. De overige indicatoren hebben slechts een beperkte invloed (i.e. “fotochemische oxidantvorming”, “uitputting van niet-fossiele grondstoffen” en “menselijke toxiciteit”) of zijn verwaarloosbaar. De relatieve bijdrage van de CEN+ indicatoren is lichtjes hoger dan deze van de CEN indicatoren. De milieu-impacten ten aanzien van de indicator “fijnstofvorming” zijn weliswaar bijna even groot als deze van alle CEN indicatoren samen.

#### Invloed van de materialen op het milieuprofiel tijdens de verschillende levenscyclusfases

Tijdens de productiefase is de impact van de gipsplaten dominant (i.e. meer dan 50% van het milieuprofiel) voor alle milieu-indicatoren, behalve voor de indicatoren “zoetwater en mariene ecotoxiciteit”, “landbezetting (bos)” en “urbane landbezetting”. De relatieve bijdrage van de stalen nagels en schroeven aan de eerste twee indicatoren is goed voor respectievelijk 35% tot 40% en 15%. De indicatoren “urbane landbezetting”, “landbezetting (bos)” en “natuurlijke landomvorming” worden tijdens deze fase gedomineerd door de zacht houten latten (i.e. relatieve bijdrage van respectievelijk 75%, 95% en 45%) (zie ook [paragraaf 5.2.7.2](#)).

Tijdens de transportfasen is het transport van de gipsplaten van fabriek tot werf en van werf tot EOL voor alle milieu-indicatoren verantwoordelijk voor meer dan 90% van de totale milieu-impact. De kleine verschillen tussen de verschillende milieu-indicatoren zijn te wijten aan de verschillende transportscenario’s voor de verschillende materialen.

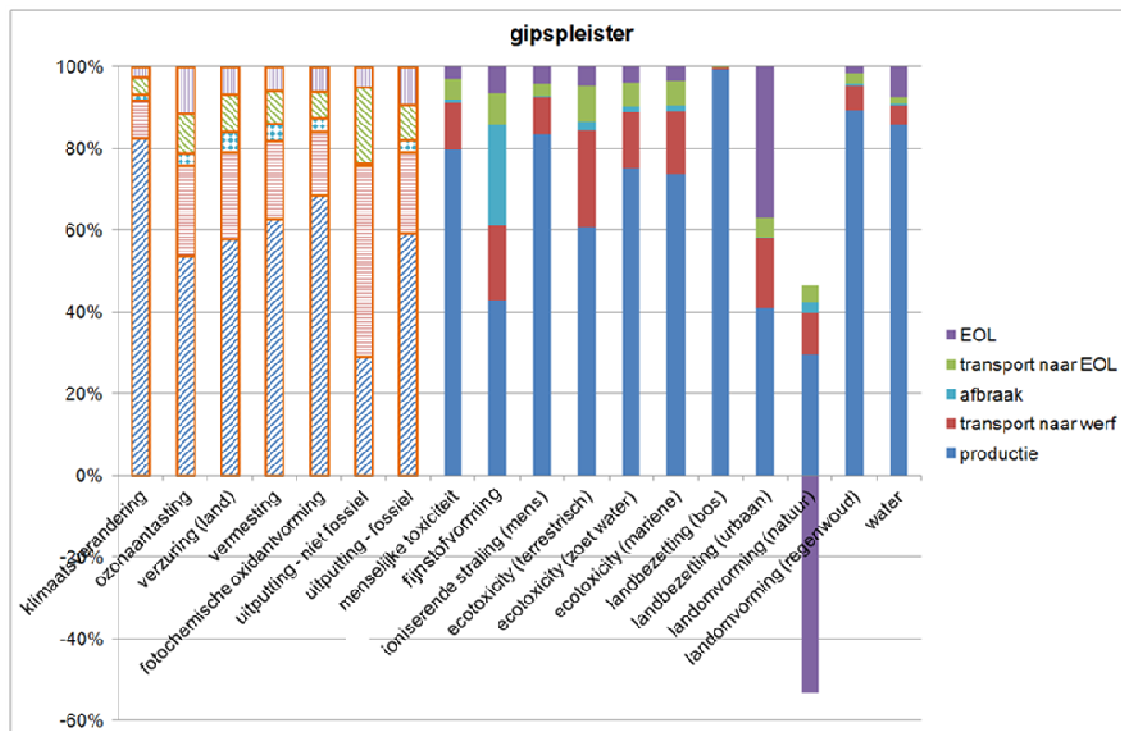
Tijdens de afbraakfase wordt, omwille van de gelijke scenario’s, de relatieve impact van de verschillende samenstellende materialen volledig bepaald door hun onderlinge gewichtsverhoudingen (i.e. 91% voor de gipsplaten, 1% voor de plamuur, 7% voor de houten latten en 1% voor de schroeven en nagels).

Tijdens de EOL-fase heeft de finale afvalverwerking van de gipskartonplaten een dominante invloed (i.e. meer dan 50% van het milieuprofiel) voor bijna alle milieu-indicatoren, behalve voor de indicatoren “vermesting” en “menselijke toxiciteit”. Bij deze indicatoren is de relatieve

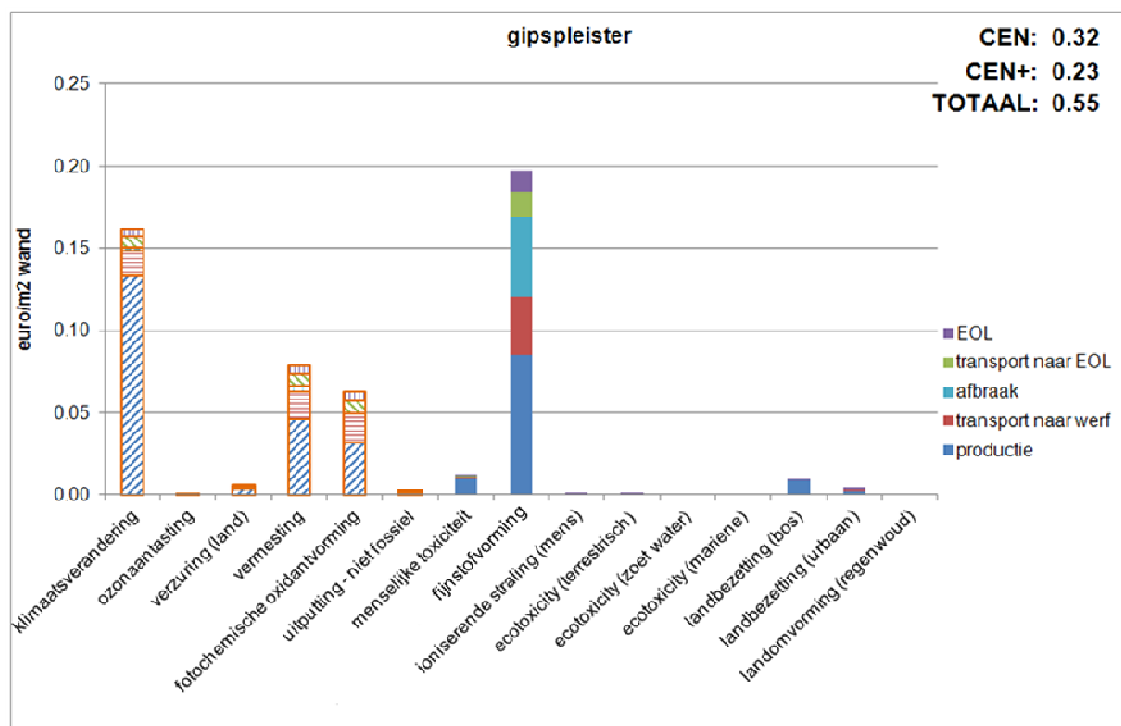


bijdrage van de finale afvalverwerking van de houten latten belangrijker. De impact van de finale afvalverwerking van de nagels en de schroeven en van de plamuur is voor alle indicatoren verwaarloosbaar. De netto-impact van de EOL-fase op de indicator “natuurlijke landomvorming” is positief voor alle samenstellende materialen.

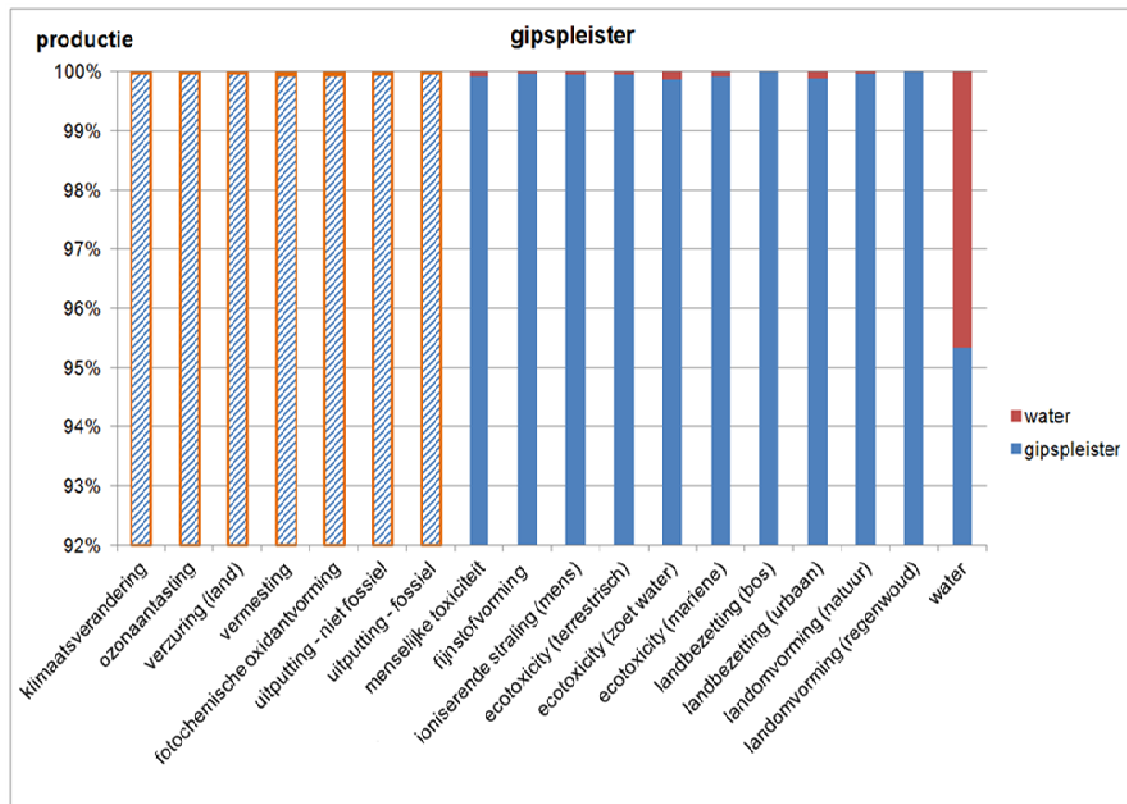
## 6.2.10 Gipspleister (als binnenafwerking)



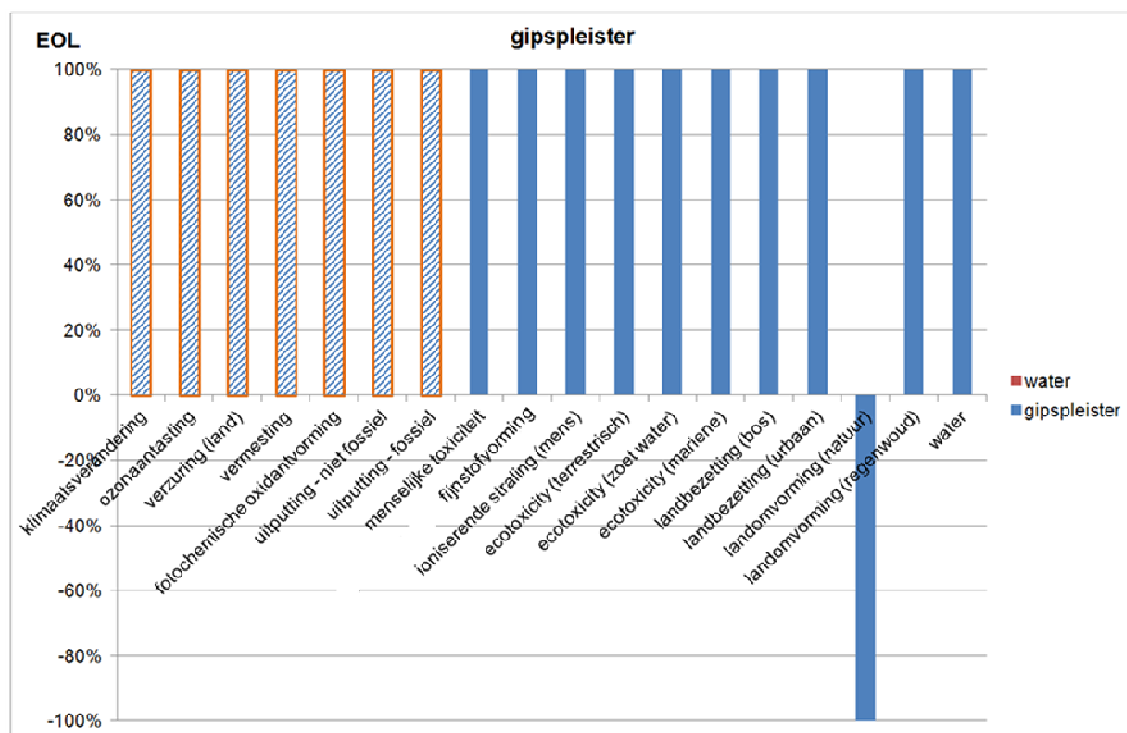
Figuur 107: relatieve bijdrage van 1 m<sup>2</sup> gipspleister, uitgedrukt per levenscyclusfase (gearceerd: CEN, vol: CEN+).



Figuur 108: absolute bijdrage van 1 m<sup>2</sup> gipspleister, uitgedrukt in euro en per levenscyclusfase (gearceerd: CEN, vol: CEN+).



**Figuur 109: relatieve bijdrage van 1 m<sup>2</sup>gipspleister, uitgedrukt per samenstellend materiaal voor de productiefase (gearceerd: CEN, vol: CEN+).**



**Figuur 110: relatieve bijdrage van 1 m<sup>2</sup>gipspleister, uitgedrukt per samenstellend materiaal voor de EOL-fase (gearceerd: CEN, vol: CEN+).**

#### 6.2.10.1 Beschrijving van het verwerkt materiaal

Het verwerkt materiaal “gipspleister” doet dienst als binnenafwerking van binnen- en buitenwanden en bestaat uit twee samenstellende componenten, zijnde een gipspleister van 1 cm dikte en leidingwater. De benodigde hoeveelheden voor een wand van 1 m<sup>2</sup> zijn 10 kg pleister en 0.82 l water. Deze hoeveelheden zijn gebaseerd op technische fiches van verscheidene Belgische producenten, alsook op gegevens vanuit ecoinvent. Voor dit type van pleister wordt een levensduur van 40 jaar verondersteld met om de 5 jaar een klein onderhoud, bestaande uit het uitkrabben en opnieuw opvullen en opschuren van barsten en gaten in de wand, en om de 10 jaar een groot onderhoud, bestaande uit een reparatie van loslatend pleisterwerk. Het gipspleister valt onder de transportcategorie “afwerkingsproducten: pleister” en onder de afvalcategorie “pleisters” (i.e. storten). Aan het leidingwater worden geen transport- of afvalscenario's toegekend.

#### 6.2.10.2 Interpretatie van de resultaten

##### Invloed van de levenscyclusfases op het levenscyclusmilieuprofiel

De productiefase is de dominante levenscyclusfase (i.e. meer dan 50% van het milieuprofiel) voor bijna alle milieu-indicatoren, behalve voor de indicatoren “uitputting van niet-fossiele grondstoffen”, “fijnstofvorming”, “urbane landbezetting” en “natuurlijke landomvorming”. Bij de meeste indicatoren is het transport van het verwerkt materiaal van fabriek tot werf verantwoordelijk voor ongeveer 15% tot 20% van de totale milieu-impact en voor de indicator “uitputting van niet-fossiele grondstoffen” zelfs voor ongeveer 45%. De afbraakfase zorgt voor een relatieve bijdrage aan de indicator “fijnstofvorming” van zo'n 25%, terwijl de EOL-fase een belangrijke bijdrage levert van respectievelijk bijna 40% en bijna 50% aan de indicatoren “urbane landbezetting” en “natuurlijke landomvorming”. De impact van de EOL-fase op de laatste indicator is positief, dankzij de in ecoinvent veronderstelde herbestemming van de stortplaatsen als natuurgebied na sluiting.

##### Invloed van de milieu-indicatoren op het levenscyclusmilieuprofiel

De dominante milieu-indicatoren op geaggregeerd niveau tijdens de hele levenscyclus van 1 m<sup>2</sup> gipspleister als binnenafwerking zijn achtereenvolgens de indicatoren “fijnstofvorming”, “klimaatsverandering”, “vermesting” en “fotochemische oxidantvorming”. De productiefase is hierbij de belangrijkste fase, gevolgd door de transport- en afbraakfasen. De andere indicatoren hebben een kleinere bijdrage (i.e. “menselijke toxiciteit” en “landbezetting (bos)”) of zijn verwaarloosbaar. De relatieve bijdrage van de CEN indicatoren is voor dit verwerkt materiaal lichtjes groter dan de bijdrage van de CEN+ indicatoren.

##### Invloed van de materialen op het milieuprofiel tijdens de verschillende levenscyclusfasen

De relatieve bijdrage van het water tot het milieuprofiel tijdens de productiefase is beperkt voor de indicator “waterschaarste” (i.e. 5% van het milieuprofiel) en verwaarloosbaar voor de andere milieu-indicatoren. De productie van het gipspleister is zeer dominant voor alle milieu-indicatoren.

Vermits aan leidingwater geen transport- of EOL-scenario's toegekend worden, is de impact van het verwerkt materiaal tijdens deze fases voor 100% te wijten aan het gipspleister.

De relatieve impact van de samenstellende materialen tijdens de afbraakfase komt overeen met de onderlinge gewichtsverhouding tussen beide materialen, zijnde 92% voor het pleister en 8% voor het water, waarvan verondersteld wordt dat het zich tijdens de plaatsing van het pleister met de gips bindt, waardoor het totale gewicht van de pleisterlaag toeneemt.

## 6.3 Conclusies

Omwille van het feit dat de bovenstaande verwerkte materialen betrekking hebben op verschillende gebouwelementen en dus niet altijd dezelfde functie vervullen (cf. verschillende functionele eenheid), alsook omdat de gebruiksfase (i.e. schoonmaak, onderhoud en vervangingen) in de bovenstaande analyses niet mee in rekening gebracht wordt, is een correcte vergelijking tussen deze verwerkte materialen niet mogelijk. Dergelijke vergelijking kan enkel gemaakt worden op elementniveau, waar alle parameters wel meegenomen worden in de berekeningen.

Toch kunnen er op basis van de resultaten van de analyse van de bovenstaande tien geselecteerde verwerkte materialen een aantal algemene conclusies getrokken worden.

### **Invloed van de levenscyclusfasen op het levenscyclusmilieuprofiel**

Een eerste reeks conclusies betreft de relatieve bijdrage van de verschillende levenscyclusfasen (i.e. productie, transport van fabriek tot werf, afbraak, transport van werf tot EOL-verwerkingssite en EOL-afvalverwerking) van de beschouwde verwerkte materialen aan de individuele milieu-indicatoren.

Uit de resultaten blijkt in de eerste plaats dat voor alle geselecteerde verwerkte materialen het de productiefase (inclusief de extractie van grondstoffen en/of teelt) is, die de grootste bijdrage levert aan de meeste van de beschouwde milieu-indicatoren. Zo zorgt de productiefase telkens voor een relatieve bijdrage van minimum 50% aan het totale milieuprofiel van minimum 14 op de 18 milieu-indicatoren (op basis van de individuele scores). De levenscyclusfase, die de tweede grootste bijdrage levert aan de individuele milieu-indicatoren, varieert van verwerkt materiaal tot verwerkt materiaal en van indicator tot indicator. In een aantal gevallen is dat de transportfase (van fabriek tot werf en/of van werf tot EOL-verwerkingssite), in een aantal andere gevallen is dat de EOL-fase. De afbraakfase heeft vaak een niet te verwaarlozen impact op de indicator "fijnstofvorming".

Daarnaast blijkt uit de bovenstaande analyseresultaten dat de EOL-fase een positieve impact kan uitoefenen op de indicator "natuurlijke landomvorming". Een netto milieuwinst doet zich voor bij alle geselecteerde verwerkte materialen, behalve bij "gelijmde kurk als vloerbedekking". Zoals reeds besproken in [Hoofdstuk 5](#), is dergelijke winst vooral te danken aan de aanname binnen de ecoinvent-databank, waarin uitgegaan wordt van het hercultiveren van de stortplaats na sluiting ervan (door struiken en bomen). Het dient echter nagegaan te worden of dergelijke praktijk representatief is voor de Vlaamse/Belgische stortplaatsen. Dit wordt echter buiten beschouwing gelaten in deze studie. Anderzijds kan men op basis van het totaal geaggregeerd milieuprofiel staven dat de milieuwinst voor deze indicator verwaarloosbaar is ten opzichte van de (negatieve) milieu-impacten ten gevolge van andere EOL-processen op de andere milieu-indicatoren. Men mag dus niet verkeerdelijk besluiten dat storten de voorkeur geniet ten opzichte van andere EOL-verwerkingsopties.

### **Invloed van de milieu-indicatoren op het levenscyclusmilieuprofiel**

Een tweede reeks van conclusies betreft de relatieve bijdrage van de verschillende individuele milieu-indicatoren en van de CEN en CEN+ indicatoren aan de totale milieu-impacten van het verwerkt materiaal (gebaseerd op de gemonetariseerde en de geaggregeerde resultaten).

Op basis van de geaggregeerde resultaten blijkt dat de belangrijkste milieu-indicatoren voor alle geselecteerde verwerkte materialen "fijnstofvorming", "klimaatsverandering" en "vermesting" zijn. Deze drie indicatoren worden elk bij minimum 9 op de 10 geselecteerde verwerkte materialen gekenmerkt door een individuele bijdrage van meer dan 10% aan het totale gemonetariseerde levenscyclusmilieuprofiel (uitgedrukt in euro per functionele eenheid). Ook de indicator "fotochemische oxidantvorming" heeft bij 6 op de 10 geselecteerde verwerkte materialen een belangrijke impact. De indicator aangaande "landbezetting (bos)" wordt mede belangrijk in geval van het gebruik van producten afgeleid van bomen (i.e. hout of kurk) voor het samenstellen van het verwerkt materiaal (zoals bij de verwerkte materialen "houtskeletwand, gevuld met cellulose-isolatie", "gipskartonplaten op een houten onderstructuur" en "gelijmde kurk als vloerbedekking").

De relatieve bijdrage van de CEN en CEN+ indicatoren aan de totale milieu-impact van het verwerkt materiaal varieert van verwerkt materiaal tot verwerkt materiaal. De bijdrage van de CEN+ indicatoren is in de meeste gevallen niet verwaarloosbaar. Dit is vooral te wijten aan het grote relatieve belang van de indicator "fijnstofvorming" en het kleinere belang van de indicator "menselijke toxiciteit". Daarbij komt, in geval van de toepassing van hout en/of van hout afgeleide producten in het verwerkt materiaal, ook nog het grotere relatieve belang van de indicator "landbezetting (bos)" en de (beperkte) bijdrage van de indicatoren "landbezetting (urbaan)" en "landomvorming (regenwoud)".

#### **Invloed van de samenstellende materialen op het levenscyclusmilieuprofiel**

Een derde en laatste reeks van conclusies betreft de relatieve bijdrage van de samenstellende materialen aan de totale milieu-impact van het verwerkte materiaal tijdens de verschillende levenscyclusfasen.

De relatieve bijdrage van de samenstellende componenten blijkt sterk te variëren tussen de geselecteerde verwerkte materialen. Vaak wordt de grootste milieu-impact veroorzaakt door het materiaal, dat de grootste hoeveelheid aan het verwerkt materiaal levert (vb. grootste aantal kg of m<sup>3</sup> per functionele eenheid), maar dit is zeker niet altijd het geval (cf. tijdens de EOL-fase is de bijdrage van de afvalverwerking van de lijm voor dakbedekking vaak groter dan deze van het EPDM membraan). Daarnaast hebben de aan de samenstellende materialen verbonden transport- en EOL-scenario's een relatief belangrijke invloed op hun milieu-impact tijdens deze fasen. Bijgevolg is een juiste keuze van de transport- en afvalcategorieën voor de samenstellende materialen van belang. Tot slot wordt voor alle materialen eenzelfde scenario voor de afbraakfase toegepast. Hierdoor komt de relatieve bijdrage van de verschillende materialen telkens overeen met hun onderlinge gewichtsverhoudingen en kunnen er dus momenteel geen echte conclusies betreffende de relatieve impact van de individuele materialen getrokken worden.



## 7 Milieu-impacten geselecteerde gebouwelementen

In overleg met de OVAM werden 115 elementvarianten die veel voorkomen in de Belgische bouwpraktijk samengesteld. Zij zijn opgebouwd uit de “materialen” en “verwerkte materialen” die geanalyseerd werden zoals beschreven in [Hoofdstuk 4](#).

De samenstellingen van de gebouwelementvarianten werden zo gekozen dat allerlei analyses mogelijk werden, bijvoorbeeld:

- identieke samenstelling van varianten, maar twee verschillende diktes voor de isolatielaag met eenzelfde isolatiemateriaal;
- identieke samenstelling van varianten op uitzondering van een ander isolatiemateriaal met een dikte die in de handel beschikbaar is en die leidt tot (ongeveer) dezelfde totale warmteweerstand;
- een zelfde samenstelling van varianten, maar met een andere afwerkingslaag.

De volgende elementen werden uitgewerkt:

- Vloer op volle grond (10 varianten)
- Buitenwand (25 varianten)
- Dragende binnenwand (7 varianten)
- Niet dragende binnenwand (12 varianten)
- Verdiepingsvloer (16 varianten)
- Trap (5 varianten)
- Plat dak (13 varianten)
- Hellend dak (13 varianten)
- Raam (11 varianten)
- Binnenschrijnwerk (3 varianten)

In de volgende tabellen wordt een overzicht gegeven van de gebouwelementvarianten. De gedetailleerde beschrijving van de samenstelling van de elementen en de geselecteerde kenmerken van de verwerkte materialen (R-waarde ( $\text{m}^2\text{K/W}$ ),  $\lambda$ -waarde ( $\text{W/mK}$ ), dikte (m), ratio (= hoeveelheid verwerkt materiaal per eenheid element), frequenties voor klein en groot onderhoud en voor vervangingen (jaar), vervaging enkel om “esthetische redenen” of “technisch noodzakelijk”) is terug te vinden in [Bijlage 4](#). De individuele milieuprofielen (i.e. de niet gemonetariseerde milieuscores) per elementvariant worden in tabelvorm gegeven in [Bijlage 5](#).

Voor de bouwschilelementen zijn meerdere isolatiediktes beschouwd: bijvoorbeeld voor de “vloer op volle grond” wordt er onderscheid gemaakt tussen PUR1 en PUR2. De eerste variant is representatief voor de huidige nieuwbouwwijze (conform de huidige energieprestatieregelgeving) en de tweede variant is representatief voor de passiefstandaard.

**Tabel 14: overzicht van de varianten "vloer op volle grond"**

<b>(13)+ vloer op grond: milieu-impact per m² vloer, 10 types (van buiten naar binnen =&gt;)</b>					
<b>1</b>	zand	beton nieuw	PUR1 (gespoten boven beton): 5 cm (U = 0,40)	cement chappe	tegels gebakken aarde
<b>2</b>	zand	beton nieuw	PUR2 (gespoten boven beton): 15 cm (U=0,15)	cement chappe	tegels gebakken aarde
<b>3</b>	zand	beton nieuw+uitvullingslaag	XPS1 boven de draagvloer: 4 cm (U=0,38)	cement chappe	tegels gebakken aarde
<b>4</b>	zand	beton 100 recycl	PUR1 (gespoten boven beton): 5 cm (U = 0,40)	cement chappe	tegels gebakken aarde
<b>5</b>	grind+kleikorrels	traskalk(mortel)		cement chappe	tegels gebakken aarde
<b>6</b>	zand	beton nieuw	PUR1 (gespoten boven beton): 4 cm (U=0,38)	isolerende chape met EPS korrels	tegels gebakken aarde
<b>7</b>	zand	beton nieuw	PUR1 (gespoten boven beton): 5 cm (U=0,41)	anhydriet	tegels gebakken aarde
<b>8</b>	zand	beton nieuw	PUR1 (gespoten boven beton): 5 cm (U = 0,38)	cement chappe	parket
<b>9</b>	beton	beton nieuw	PUR1 (gespoten boven beton): 5 cm (U = 0,38)	cement chappe	parket
<b>10</b>	zand	beton nieuw+uitvullingslaag	kurk: 8 cm	cement chappe	parket

**Tabel 15: overzicht van de varianten “buitenwand”**

<b>(21)+ buitenwand (dragend en niet-dragend): milieu-impact per m² wand, 25 types* (van buiten naar binnen =&gt;)</b>					
<b>1</b>	gevelsteen (klei)	houtskelet (14cm)	RW (volledige vulling)	gipskarton	acrylverf
<b>2</b>	gevelsteen (klei)	houtskelet (22cm)	RW (volledige vulling)	gipskarton	acrylverf
<b>3</b>	gevelsteen (klei)	houtskelet (22cm)	cellulose (volledige vulling)	gipskarton	acrylverf
<b>4</b>	vezelcementplaten	houtskelet (14cm)	RW(volledige vulling)	gipskarton	acrylverf
<b>5</b>	gevelsteen (klei)	FJI 24cm	cellulose	gipskarton op houten latwerk	acrylverf
<b>6</b>	gevelsteen (klei)	FJI 36 cm	cellulose	gipskarton op houten latwerk	acrylverf
<b>7</b>	crepi op houtvezelplaat	FJI 36 cm	cellulose	OSB+gipsblokken	acrylverf
<b>8</b>	onbehandelde ceder planken	houtskelet (14cm)	RW (volledige vulling)	gipskarton	acrylverf
<b>9</b>	gevelsteen (klei)	betonsteen1 (hol)	RW1 - 7,5 cm (U = 0,38)	gipspleister	acrylverf
<b>10</b>	gevelsteen (klei)	betonsteen1 (hol)	RW2 - 22 cm (10+12) (U = 0,15)	gipspleister	acrylverf
<b>11</b>	gevelsteen (klei)	betonsteen1 (hol)	PUR1 - 5 cm (U = 0,37)	gipspleister	acrylverf
<b>12</b>	gevelsteen (klei)	betonsteen1 (hol)	PUR2 - 15 cm (7+8) (U = 0,14)	gipspleister	acrylverf
<b>13</b>	gevelsteen (klei)	betonsteen2 (vol)	RW1 - 7,5 cm (U = 0,38)	gipspleister	acrylverf
<b>14</b>	gevelsteen (klei)	snelb. Klei1 (isolerend)	RW1 - 6 cm (U = 0,39)	gipspleister	acrylverf
<b>15</b>	crepi	snelb. Klei1 (isolerend)	RW1 - 8 cm (U = 0,35)	gipspleister	acrylverf
<b>16</b>	crepi	snelb. Klei1 (isolerend)	EPS1 - 7cm (U = 0,38)	gipspleister	acrylverf
<b>17</b>	gevelsteen (klei)	snelb. Klei2 (gewoon)	RW1 - 7,5 cm (U = 0,35)	gipspleister	acrylverf
<b>18</b>	gevelsteen (klei)	snelb. Klei1 (isolerend)	RW1 - 6 cm (U = 0,40)	leempleister	/
<b>19</b>	gevelsteen (beton)	betonsteen1 (hol)	PUR1 - 5 cm (U = 0,37)	gipspleister	acrylverf

\* dampschermen en windschermen worden toegevoegd waar nodig

**Tabel 16: overzicht van de varianten "buitenwand" (vervolg)**

<b>(21)+ buitenwand (dragend en niet-dragend): milieu-impact per m² wand, 25 types* (van buiten naar binnen =&gt;)</b>					
<b>20</b>	gevelsteen (klei)	cellenbeton 1: 30 cm (dikte om epb niveau te halen)	/	gipspleister	acrylverf
<b>21</b>	crepi	cellenbeton 48cm	/	gipspleister	acrylverf
<b>22</b>	gevelsteen (klei)	cellenbeton: 30 cm	RW - 14 cm (dikte om samen met cellenbeton aan U=0.15 te komen)	gipspleister	acrylverf
<b>23</b>	gevelsteen (klei)	kalkzandsteen (gelijmd)	RW1 - 7,5 cm (U = 0,35)	gipspleister	acrylverf
<b>24</b>	sandwichpanelen in beton met PUR invulling			gipspleister	acrylverf
<b>25</b>	architectonische betonplaat	gewapend beton (in situ) - 14 cm	RW1 - 7,5 cm (U = 0,39)	gipspleister	acrylverf

\* dampschermen en windschermen worden toegevoegd waar nodig

**Tabel 17: overzicht van de varianten "verdiepingsvloer"**

<b>(23)+ verdiepingsvloer: milieu-impact per m² vloer, 10 types (van onder naar boven =&gt;)</b>					
<b>1</b>	acrylverf	gipspleister	15cm beton nieuw	cement chappe	tegels gebakken aarde
<b>2</b>	acrylverf	gipspleister	15cm beton nieuw	cement chappe	linoleum
<b>3</b>	acrylverf	gipskarton+isolatie (op metalen onderstructuur)	beton+verloren stalen bekisting	cement chappe	linoleum
<b>4</b>	acrylverf	gipspleister	15 cm potten en balken	cement chappe	tegels gebakken aarde
<b>5</b>	acrylverf	gipspleister	15cm beton nieuw	cement chappe	parket
<b>6</b>	acrylverf	gipspleister	welfsels (niet voorgespannen)	cement chappe	linoleum
<b>7</b>	acrylverf	gipspleister	welfsels (voorgespannen)	cement chappe	linoleum
<b>8</b>	acrylverf	gipspleister	15cm beton nieuw	cement chappe	kurk
<b>9</b>	/	verlaagd plafond: rotswolplaten op metalen onderstructuur	welfsels (voorgespannen)	cement chappe	linoleum
<b>10</b>	acrylverf	gipskarton op houten onderstructuur	houten balken (22 cm) + osb + RW (3 cm)		parket
<b>11</b>	acrylverf	gipspleister	15cm beton nieuw	cement chappe	laminaat

**Tabel 18: overzicht van de varianten “verdiepingsvloer” (vervolg)**

<b>(23)+ verdiepingsvloer: milieu-impact per m² vloer, 10 types (van onder naar boven =&gt;)</b>					
<b>12</b>	acrylverf	gipspleister	welfsels (voorgespannen)	cement chappe	tegels gebakken aarde
<b>13</b>	acrylverf	gipspleister + RW isolatie	welfsels (voorgespannen)	cement chappe	tapijt
<b>14</b>	acrylverf	gipskarton op houten onderstructuur	houten balken (22 cm) + osb + RW (3 cm)	cement chappe	tegels gebakken aarde
<b>15</b>	acrylverf	gipskarton op houten onderstructuur	houten balken (22 cm) + osb + RW (3 cm)	droge dekvloer	tegels gebakken aarde
<b>16</b>	acrylverf	gipspleister	welfsels (voorgespannen)	cement chappe	laminaat

**Tabel 19: overzicht van de varianten “niet- dragende binnenwanden”**

<b>(22)+ binnenwand (dragend en niet-dragend):milieu-impact per m² wand, 8 types dragend en 12 niet-dragend</b>						
<b>1</b>	acrylverf	gipskarton (1laag)	houtskelet (10 cm, gevuld met glaswol)	gipskarton (1 laag)	acrylverf	<i>niet-dragend</i>
<b>2</b>	acrylverf	gipskarton (2lagen)	houtskelet (10 cm, gevuld met glaswol)	gipskarton (2 lagen)	acrylverf	<i>niet-dragend</i>
<b>3</b>	acrylverf	gipskarton (1laag)	metal-stud (10 cm, gevuld met glaswol)	gipskarton (1 laag)	acrylverf	<i>niet-dragend</i>
<b>4</b>	acrylverf	gipskarton (2lagen)	metal-stud (10 cm, gevuld met glaswol)	gipskarton (2 lagen)	acrylverf	<i>niet-dragend</i>
<b>5</b>	acrylverf	gipspleister	snelbouwsteen (gemetst) 9cm klei	gipspleister	acrylverf	<i>niet-dragend</i>
<b>6</b>	acrylverf	gipspleister	beton (in situ) 9cm nieuw	gipspleister	acrylverf	<i>niet-dragend</i>
<b>7</b>	acrylverf	gipspleister	beton (in situ) 9cm 100% recycl	gipspleister	acrylverf	<i>niet-dragend</i>
<b>8</b>	acrylverf	Systeemwand volle panelen				<i>niet-dragend</i>
<b>9</b>	acrylverf	Systeemwand 100% beglaasd				<i>niet-dragend</i>
<b>10</b>	acrylverf	gipspleister	gipsblokken: 10 cm	gipspleister	acrylverf	<i>niet-dragend</i>
<b>11</b>	acrylverf	gipsvezelplaat	houtskelet (10 cm, gevuld met glaswol)	gipsvezelplaat	acrylverf	<i>niet-dragend</i>
<b>12</b>	acrylverf	Systeemwand 50% beglaasd			acrylverf	<i>niet-dragend</i>

**Tabel 20: overzicht van de varianten “dragende binnenwanden”**

<b>(22)+ binnenwand (dragend en niet-dragend):milieu-impact per m² wand, 8 types dragend en 12 niet-dragend</b>						
<b>1</b>	acrylverf	gipspleister	snelbouwsteen (gemetst) 14cm klei	gipspleister	acrylverf	<i>dragend</i>
<b>2</b>	acrylverf	gipspleister	beton (in situ) 14cm nieuw	gipspleister	acrylverf	<i>dragend</i>
<b>3</b>	acrylverf	gipspleister	houtskelet (14 cm, gevuld met glaswol)	gipspleister	acrylverf	<i>dragend</i>
<b>4</b>	acrylverf	gipspleister	kalkzandsteen (gelijmd) 14cm	gipspleister	acrylverf	<i>dragend</i>
<b>5</b>	acrylverf	gipspleister	cellenbeton 15 cm	gipspleister	acrylverf	<i>dragend</i>
<b>6</b>	acrylverf	gipspleister	holle betonsteen 14cm	gipspleister	acrylverf	<i>dragend</i>
<b>7</b>	/	/	zichtblokken (beton)	/	/	<i>dragend</i>

**Tabel 21: overzicht van de varianten “plat dak”**

<b>(27.1)+ plat dak: milieu-impact per m² dak, 12 types* (van binnen naar buiten =&gt;)</b>						
<b>1</b>	acrylverf	gipspleister	15cm beton nieuw	hellingsbeton	PUR1: 10 cm (U = 0,25)	EPDM
<b>2</b>	acrylverf	gipspleister	15cm beton nieuw	hellingsbeton	PUR3: 17 cm (U = 0,15)	EPDM
<b>3</b>	acrylverf	gipspleister	15cm beton nieuw	hellingsbeton	PUR1: 10 cm (U = 0,25)	bitumen
<b>4</b>	acrylverf	gipspleister	welfsels (niet voorgespannen): 16,5 cm	hellingsbeton	PUR1: 10 cm (U = 0,25)	EPDM
<b>5</b>	acrylverf	gipspleister	welfsels (voorgespannen): 12 cm	hellingsbeton	PUR1: 10 cm (U = 0,25)	EPDM
<b>6</b>	acrylverf	gipspleister	15cm beton nieuw	/	PUR1 (afschotisolatie): 6,75 - 10,5 cm (U = 0,29)	EPDM
<b>7</b>	acrylverf	gipspleister	15cm beton nieuw	/	RW1: (afschotisolatie): 5 - 8 cm + 6 cm fixed (U = 0,3)	EPDM
<b>8</b>	acrylverf	gipspleister	15 cm potten en balken klei (12+3 cm)	hellingsbeton	PUR1: 10 cm (U = 0,24)	EPDM
<b>9</b>	acrylverf	gipspleister	cellenbeton	hellingsbeton	PUR1: 6 cm (U = 0,30)	EPDM
<b>10</b>	acrylverf	gipskarton	TT profielen1: 33 cm	hellingsbeton	PUR1: 10 cm (U = 0,25)	EPDM
<b>11</b>	acrylverf	gipskarton	houten balken (22)	hellingsspieën	OSB+PUR1: 10 cm (U = 0,23)	EPDM
<b>12</b>	acrylverf	gipskarton	houten balken (22) met cellulose	hellingsspieën	OSB + RW: 6cm	EPDM
<b>13</b>	acrylverf	gipskarton	FJI 24cm + cellulose	hellingsspieën	OSB + RW: 6 cm	EPDM

\* dampscherm (VP40/15) wordt toegevoegd waar nodig



Tabel 22: overzicht van de varianten "hellend dak" (45°)

(27.2)+ hellend dak (45°): milieu -impact per m² horizontaal geprojecteerd dak, 13 types* (van binnen naar buiten =>)						
1	acrylverf	gipskarton	gordingen en kepers met 8 cm RW tussen kepers, en 10 cm tussen gordingen (U=0.2)	houtvezelplaat		kleipannen
2	acrylverf	gipskarton	FJI 24cm + RW	houtvezelplaat		kleipannen
3	acrylverf	gipskarton	FJI 36cm+RW	houtvezelplaat		kleipannen
4	acrylverf	gipskarton	FJI 24cm + cellulose	houtvezelplaat		kleipannen
5	acrylverf	gipskarton	spantjes	houtvezelplaat	RW (volledig vulling tussen spantjes)	kleipannen
6	acrylverf	gipskarton	spantjes	houtvezelplaat	PUR1 (sarking): 8 cm (U = 0,26)	kleipannen
7	acrylverf	gipskarton	spantjes	houtvezelplaat	PUR2 (sarking): 16 (6+10) cm (U = 0.14)	kleipannen
8	acrylverf	gipskarton	spantjes + RW (volledige vulling)	houtvezelplaat	onderstructuur	zink op PE noppenfolie
9	acrylverf	gipskarton	spantjes	houtvezelplaat	RW (volledig vulling tussen spantjes)	leien in vezelcement
10	acrylverf	gipskarton	staalstructuur	metalen sandwichpanelen gevuld met rotswol		
11	acrylverf	gipskarton	spantjes	houtvezelplaat	RW (volledig vulling tussen spantjes)	cederhout (shingles)
12	acrylverf	gipskarton	spantjes	houtvezelplaat	RW (volledig vulling tussen spantjes)	betonpannen
13	acrylverf		spantjes	prefab panelen gevuld met PUR + tengellatten		kleipannen

\* dampschermen en windschermen worden toegevoegd waar nodig

**Tabel 23: overzicht van de varianten “raamopeningen” (inclusief schrijnwerk)**

<b>(31) raamopeningen inclusief schrijnwerk: milieu-impact per m² raam, 10 types</b>		
<b>1</b>	PVC kader1	standaard dubbel glas ( $U=1,1 \text{ W/m}^2\text{K}$ )
<b>2</b>	ALU kader1	standaard dubbel glas ( $U=1,1 \text{ W/m}^2\text{K}$ )
<b>3</b>	Tropisch hardhout kader1	standaard dubbel glas ( $U=1,1 \text{ W/m}^2\text{K}$ )
<b>4</b>	geschilderd hout kader1	standaard dubbel glas ( $U=1,1 \text{ W/m}^2\text{K}$ )
<b>5</b>	Hout-alu kader 1	standaard dubbel glas ( $U=1,1 \text{ W/m}^2\text{K}$ )
<b>6</b>	PVC kader2	standaard 3-dubbel glas ( $U=0,65\text{W/m}^2\text{K}$ )
<b>7</b>	ALU kader2	standaard 3-dubbel glas ( $U=0,65\text{W/m}^2\text{K}$ )
<b>8</b>	Tropisch hardhout kader2	standaard 3-dubbel glas ( $U=0,65\text{W/m}^2\text{K}$ )
<b>9</b>	geschilderd hout kader2	standaard 3-dubbel glas ( $U=0,65\text{W/m}^2\text{K}$ )
<b>10</b>	PVC kader 1	standaard dubbel veiligheidsglas ( $U=1,1 \text{ W/m}^2\text{K}$ )
<b>11</b>	PVC kader 1	standaard dubbel akoestische beglazing ( $U=1,1 \text{ W/m}^2\text{K}$ )

**Tabel 24: overzicht van de varianten “trappen”**

<b>Trappen: 5 types</b>			
<b>1</b>	hout open	verniss	houten leuning
<b>2</b>	hout gesloten	verniss	houten leuning
<b>3</b>	beton	bloot/gepolijst	metalen leuning
<b>4</b>	beton	tegels	metalen leuning
<b>5</b>	staal	verf	stalen leuning

**Tabel 25: overzicht van de varianten “verdiepingsvloer tussen 2 woningen”**

<b>Verdiepingsvloeren tussen 2 woningen: 5 types (van onder naar boven =&gt;)</b>						
<b>1</b>	acrylverf	gipspleister	welfsels	RW isolatie (akoestisch)	cement dekvloer	keramische tegels
<b>2</b>	acrylverf	gipspleister	welfsels	RW isolatie (akoestisch)	cement dekvloer	tapijt
<b>3</b>	acrylverf	gipskartonplaat	houten balken + OSB	RW isolatie tss en op (akoestisch)	cement dekvloer	keramische tegels
<b>4</b>	acrylverf	gipskartonplaat	houten balken + OSB	RW isolatie tss en op (akoestisch)	droge dekvloer	keramische tegels
<b>5</b>	acrylverf	gipspleister	welfsels	RW isolatie (akoestisch)	cement dekvloer	laminaat

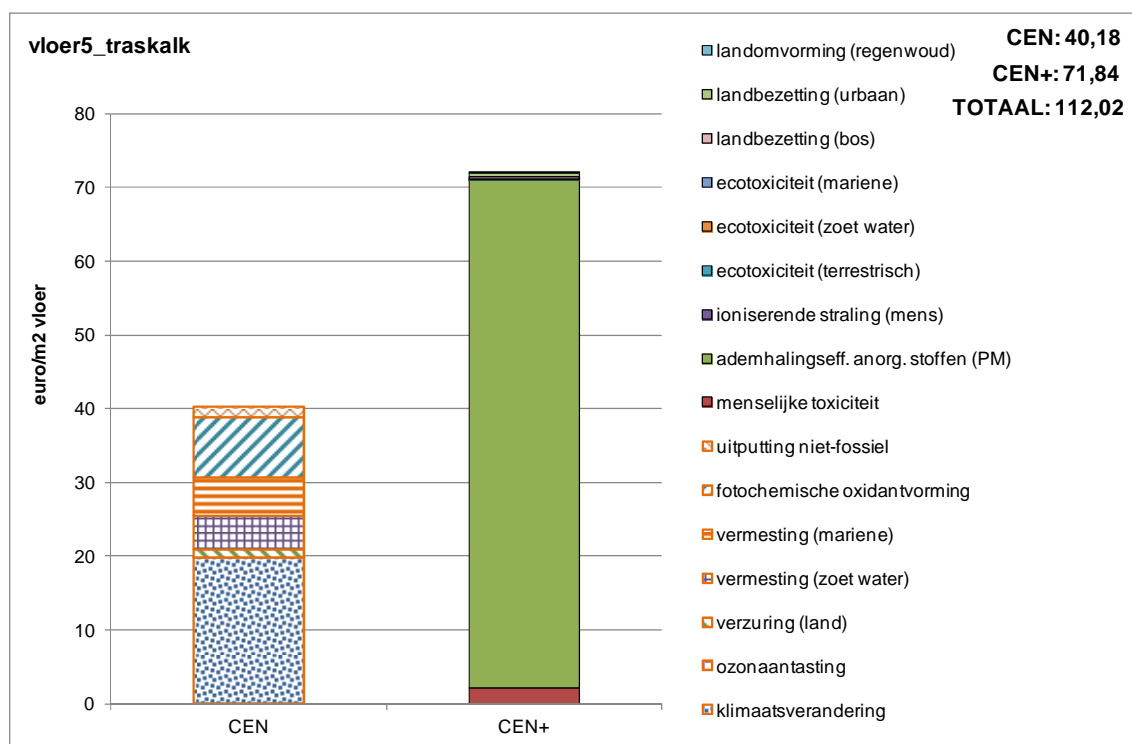
**Tabel 26: overzicht van de varianten “binnenschrijnwerk”**

<b>binnenschrijnwerk: 3 types</b>		
<b>1</b>	schilderdeuren	kader in mdf
<b>2</b>	massief eik	kader in eik
<b>3</b>	glas	kader in MDF

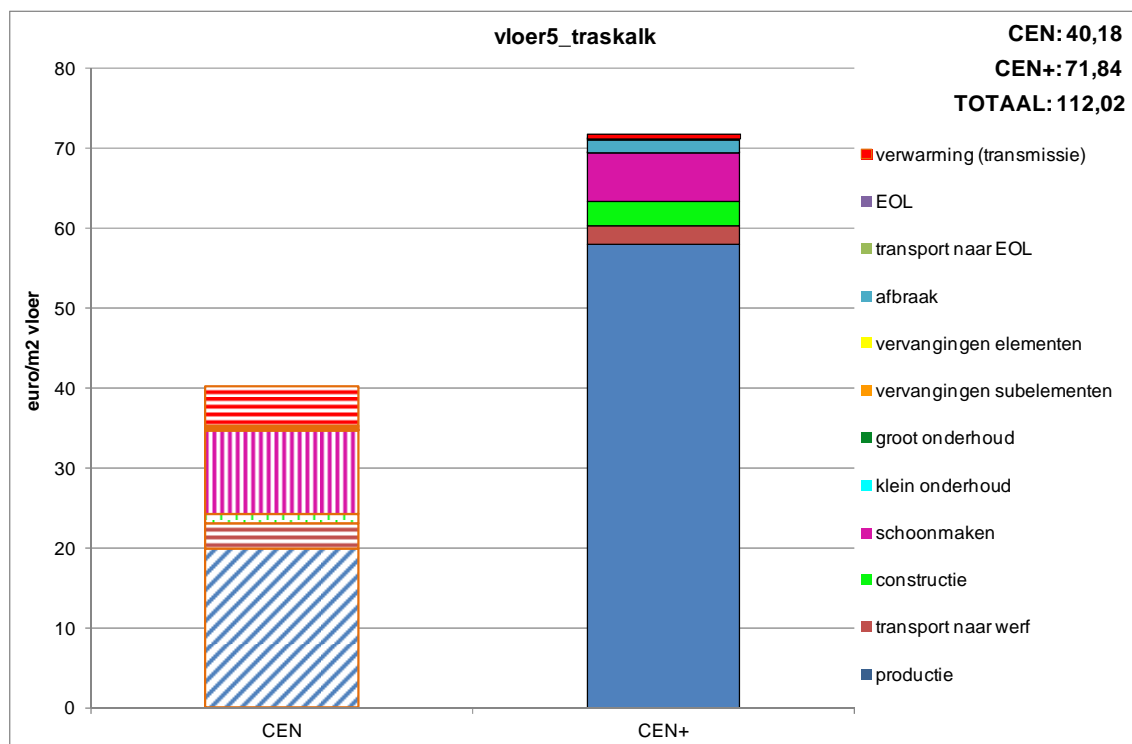
Deze 115 varianten kunnen vanuit verschillende invalshoeken geanalyseerd worden. Om dit mogelijk te maken werd een “evaluatietool” uitgewerkt die ter beschikking van de OVAM werd gesteld. In wat volgt worden via een voorbeeld de analysemogelijkheden geschetst.

## 7.1 Analyse van één elementvariant

De volgende figuren zijn kopies van schermbeelden bekomen via deze “evaluatietool”. [Figuur 111](#) geeft een eerste overzicht voor een (willekeurig gekozen) element “Vloer3\_traskalk”. Om de verschillende milieu-indicatoren onderling te kunnen vergelijken zijn de gemonetariseerde waarden afgebeeld (op de verticale as in €/m<sup>2</sup> vloer). De CEN en CEN+ indicatoren zijn respectievelijk links en rechts afgebeeld, respectievelijk met arceringen en volle kleuren. De geaggregeerde waarden voor CEN en CEN+ en de som zijn in de rechterbovenhoek aangegeven.



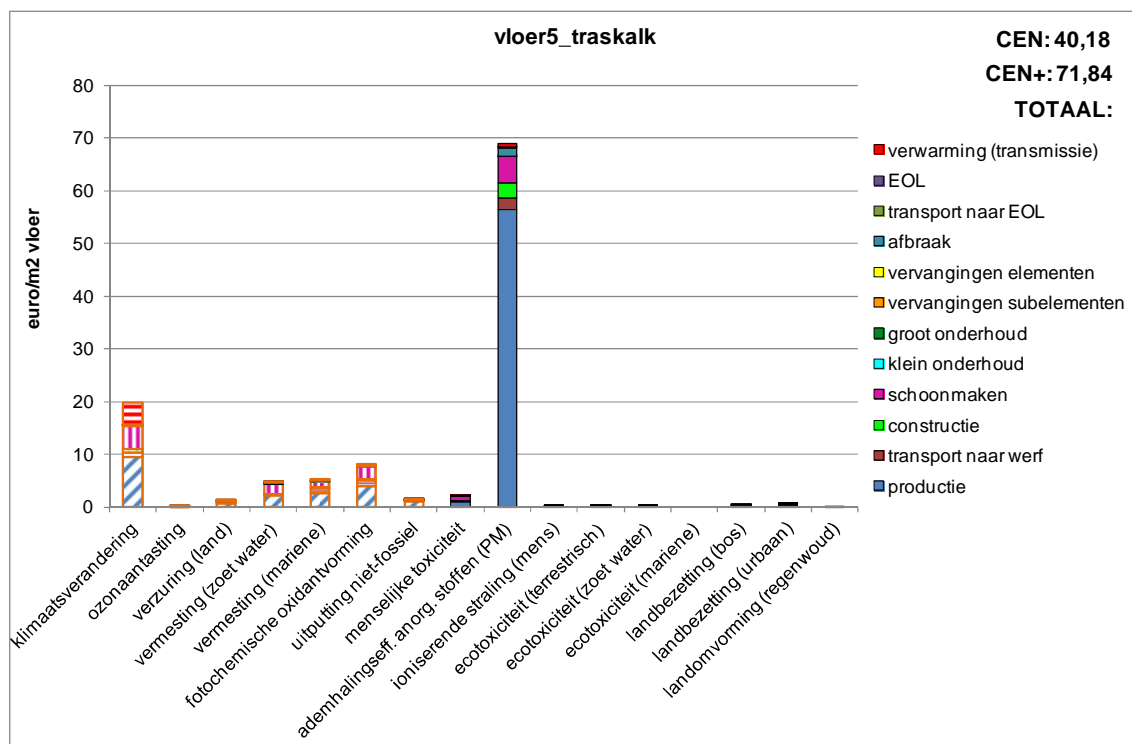
**Figuur 111: Geaggregeerd milieu-profiel (opgesplitst in CEN en CEN+) van één gebouwelementvariant per milieu-indicator, uitgedrukt in monetaire eenheden.**



**Figuur 112: Geaggregeerde milieu-profiel (opgesplitst in CEN en CEN+) van één gebouwelementvariant per levenscyclusfase, uitgedrukt in monetaire eenheden.**

Hetzelfde element, met uiteraard dezelfde globale resultaten, wordt in [Figuur 112](#) op een andere manier bekeken: namelijk de bijdrage van de verschillende levenscyclusfasen (van productie tot EOL (End of Life)). Zoals afgesproken met de OVAM worden de effecten van de energieopwekking (omwille van de warmteverliezen via transmissie) door het element bovenaan voorgesteld om de resultaten exclusief transmissieverliezen, voor wie dit wenst, eenvoudig te kunnen aflezen. CEN en CEN+ worden weer respectievelijk links en rechts voorgesteld (respectievelijk gearceerd en in volle kleuren). Voor elk milieueffect wordt steeds dezelfde kleurencode gebruikt.

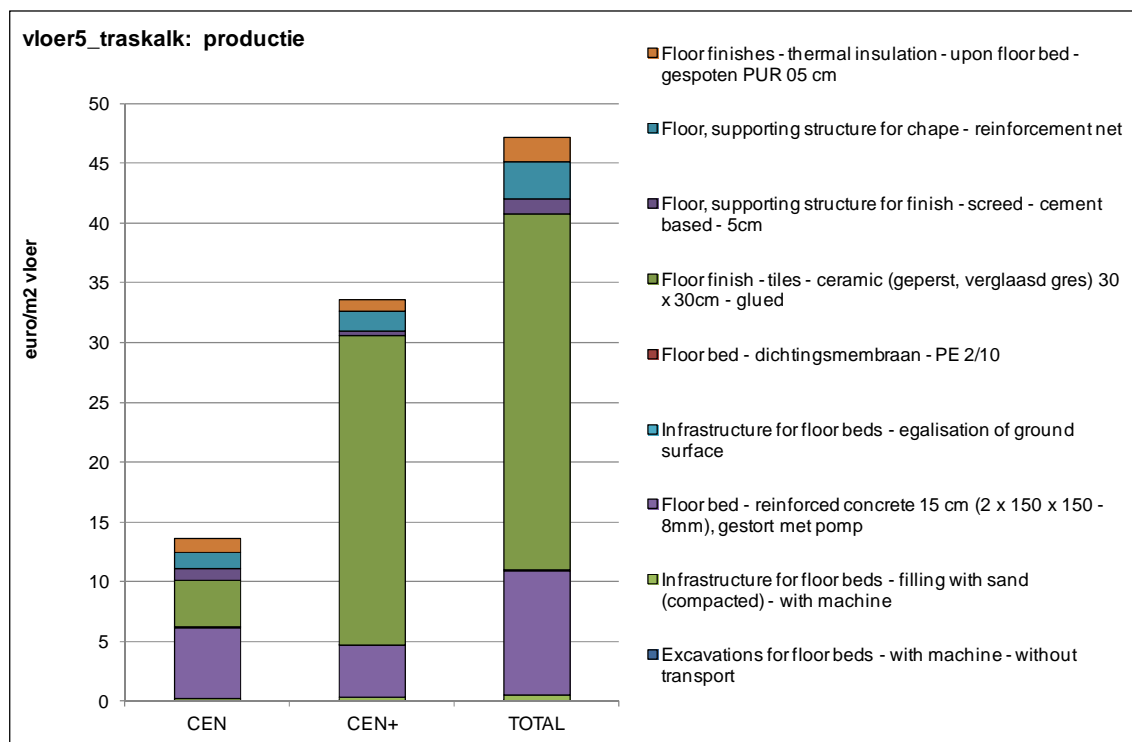
[Figuur 113](#) geeft een totaalbeeld, namelijk dezelfde eindresultaten, maar nu opgesplitst volgens 3 aspecten: CEN en CEN+ scores, de gemonetariseerde milieu-indicatoren (horizontaal) en de levenscyclusfasen (vertikaal).



**Figuur 113: Geaggregeerd milieu-profiel (opgesplitst in CEN en CEN+) per levenscyclusfase en per individuele milieu-indicator, uitgedrukt in monetaire eenheden.**

## 7.2 Analyse van de bijdragen van de verschillende verwerkte materialen in één elementvariant

Figuur 114 geeft aan hoe voor de hoger besproken elementvariant ("vloer op volle grond type 5: traskalk") een bepaalde levenscyclusfase (in deze figuur: "productie") in detail kan geanalyseerd wordt, door de bijdrage van de verschillende "verwerkte materialen" na te gaan. Hierbij wordt CEN, CEN+ en de som van beiden gevisualiseerd.



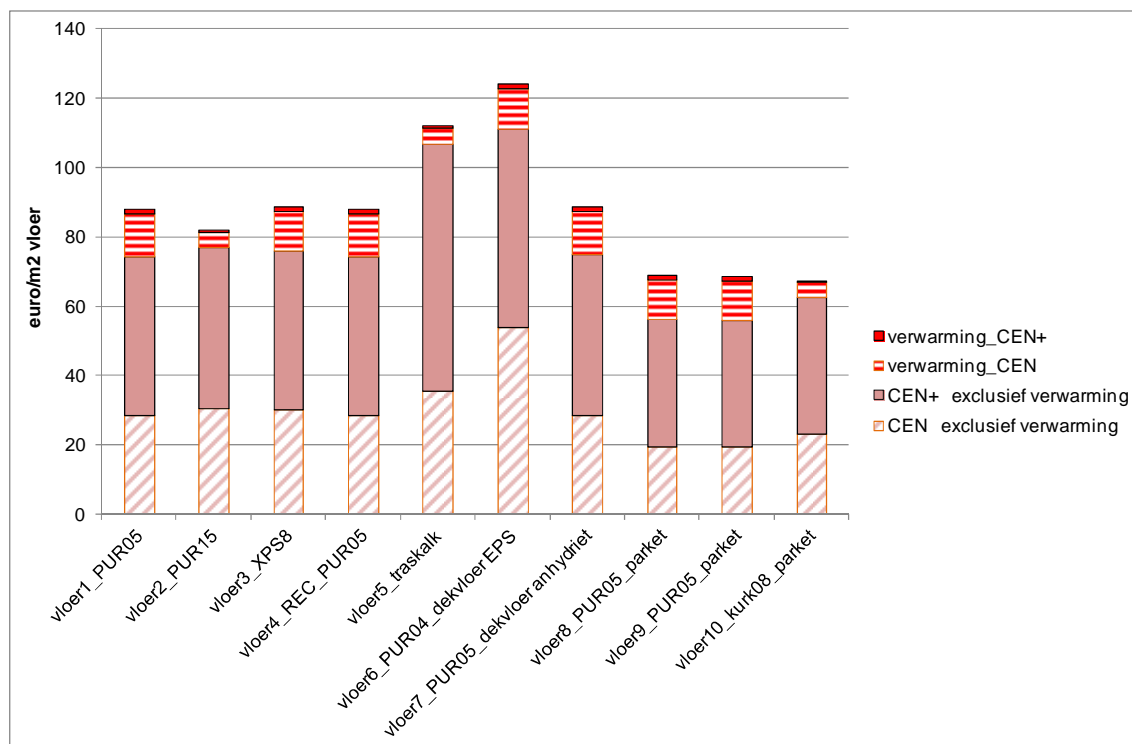
**Figuur 114:** De bijdrage van de verschillende “verwerkte materialen” tot het geaggregeerd milieuprofiel van een elementvariant voor één bepaalde levenscyclusfase (hier: productie)

## 7.3 Vergelijking tussen verschillende elementvarianten

**Figuur 115** geeft een overzicht van de verschillende varianten voor het element “vloer op grond”. Dezelfde conventies worden gehanteerd:

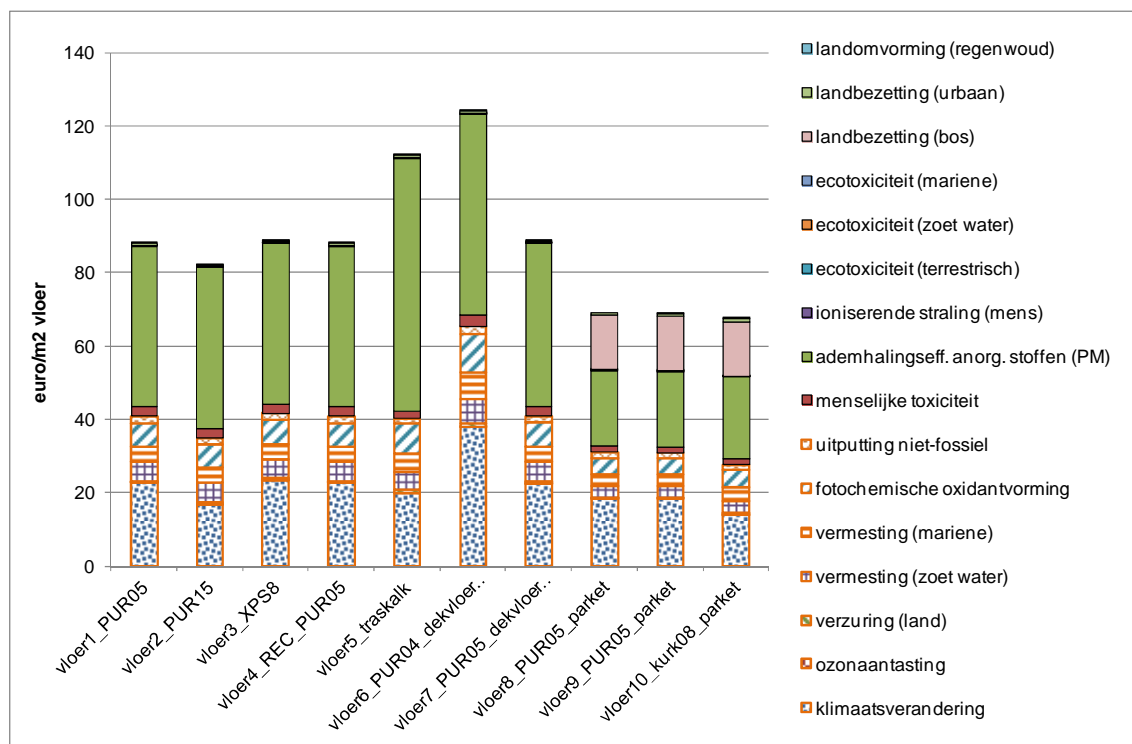
- CEN indicatoren: gearceerd;
- CEN+ indicatoren: in volle kleuren;
- de effecten van energieverliezen door transmissie: afzonderlijk leesbaar bovenaan.



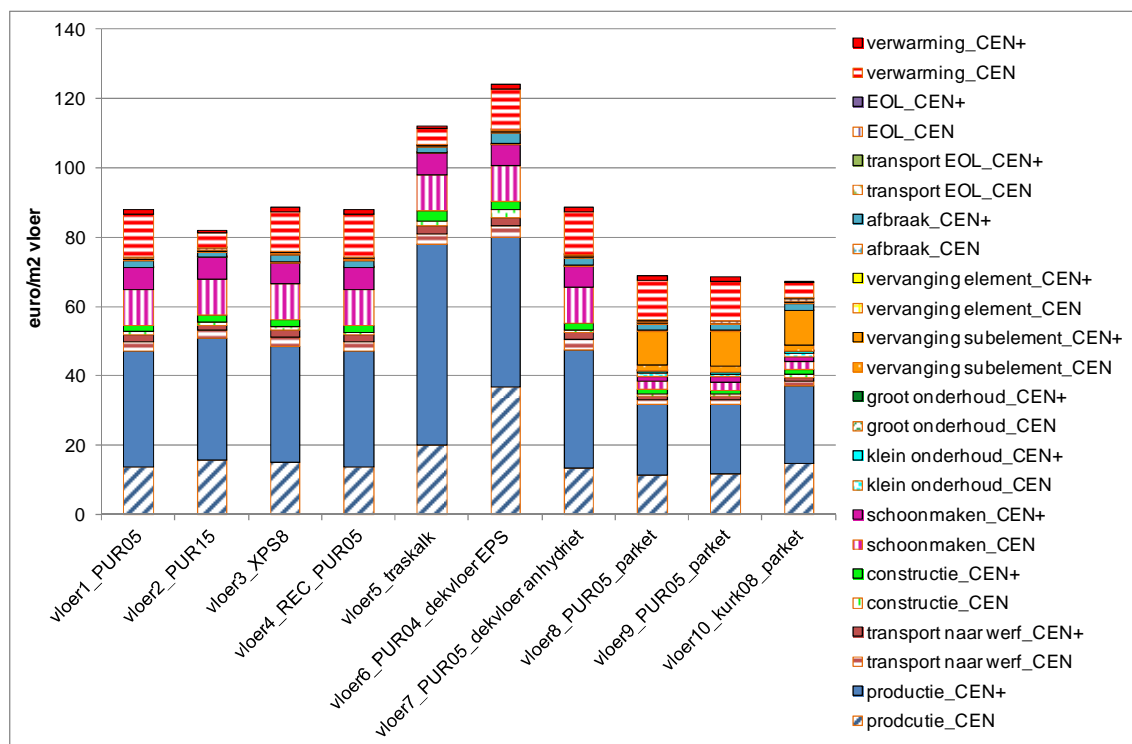


**Figuur 115: Geaggregeerde milieuprofielen (opgesplitst in CEN en CEN+) van meerdere gebouwelementvarianten, uitgedrukt in monetaire eenheden, waarbij het onderscheid gemaakt wordt tussen zuiver materiaalgerelateerde en warmtetransmissiegerelateerde milieu-impacten.**

In [Figuur 116](#) worden de milieu-impacten opgesplitst volgens de beschouwde milieu-indicatoren en in [Figuur 117](#) volgens de levenscyclusfasen.



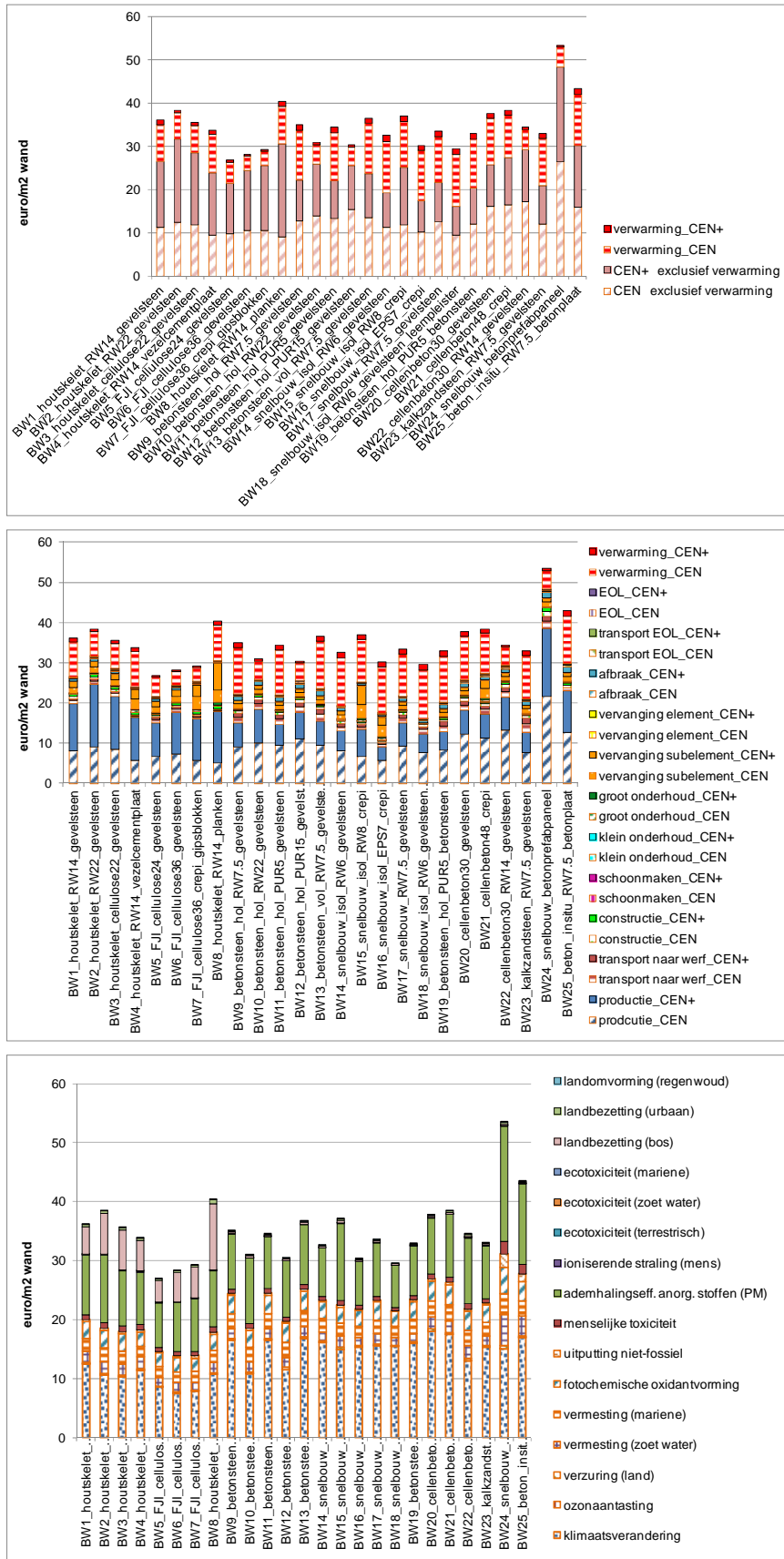
**Figuur 116: Geaggregeerde milieuprofielen (opgesplitst in CEN en CEN+) voor meerdere gebouwelementvarianten per milieu-indicator, uitgedrukt in monetaire eenheden.**



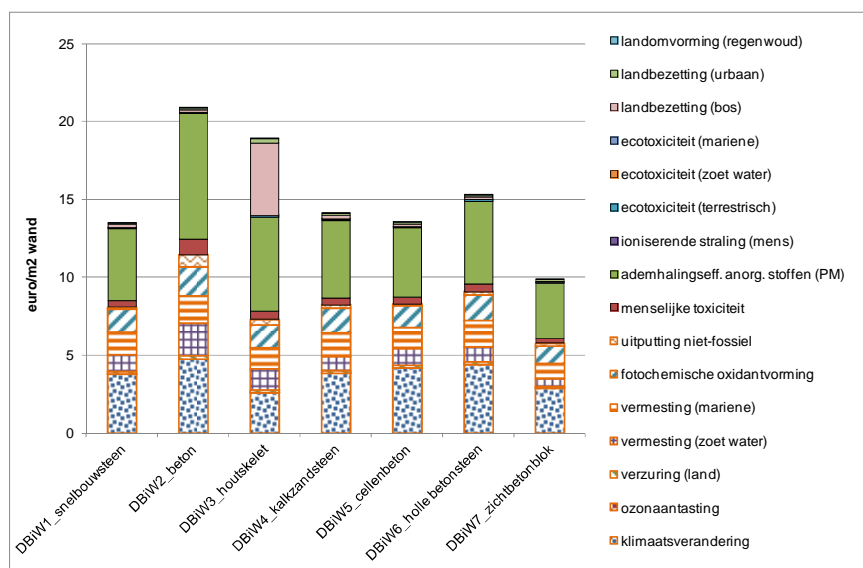
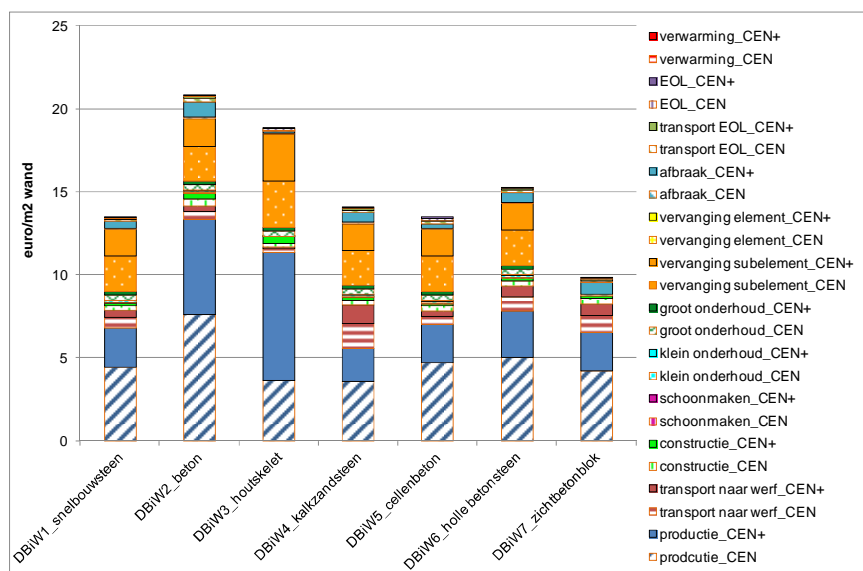
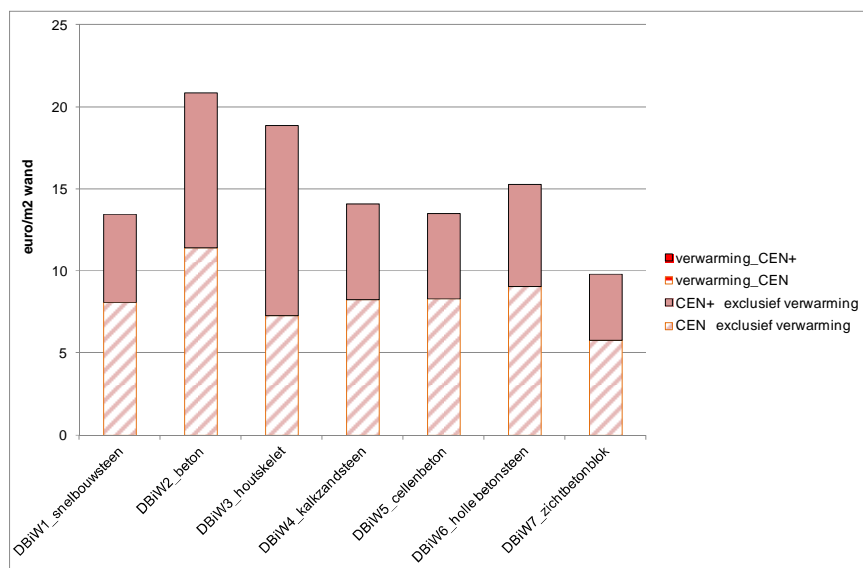
**Figuur 117: Geaggregeerde milieuprofielen (opgesplitst in CEN en CEN+) per levenscyclusfase, uitgedrukt in monetaire eenheden.**

In [Figuur 8](#) tot en met [Figuur 11](#) wordt een overzicht gegeven van de volgende elementen (globaal, per levenscyclusfase en per milieu-indicator):

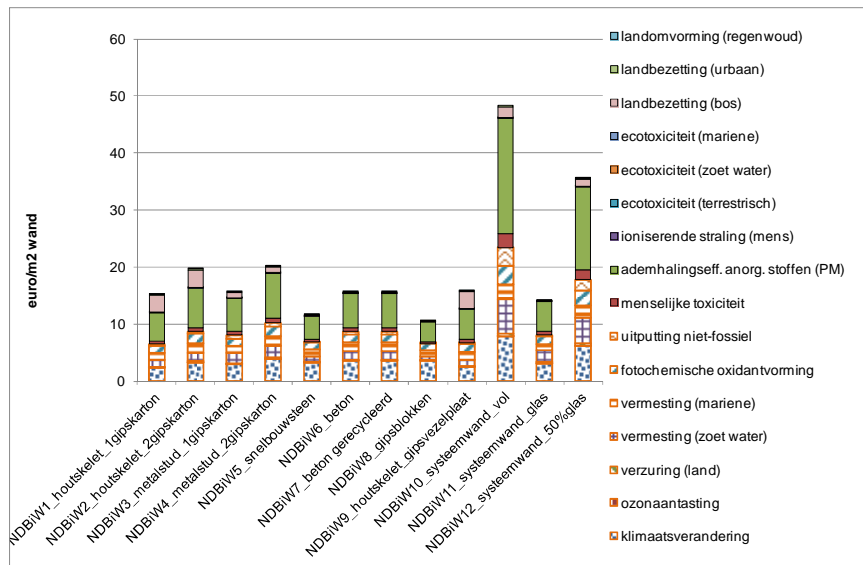
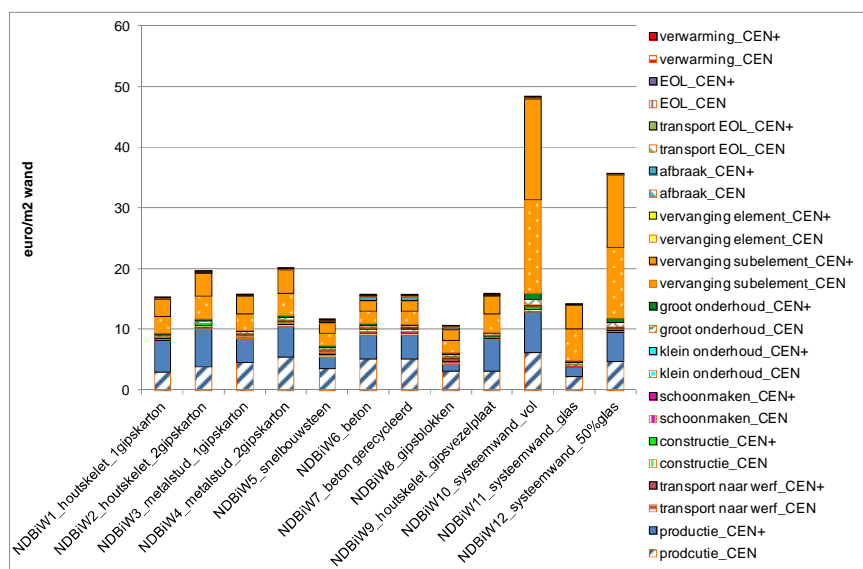
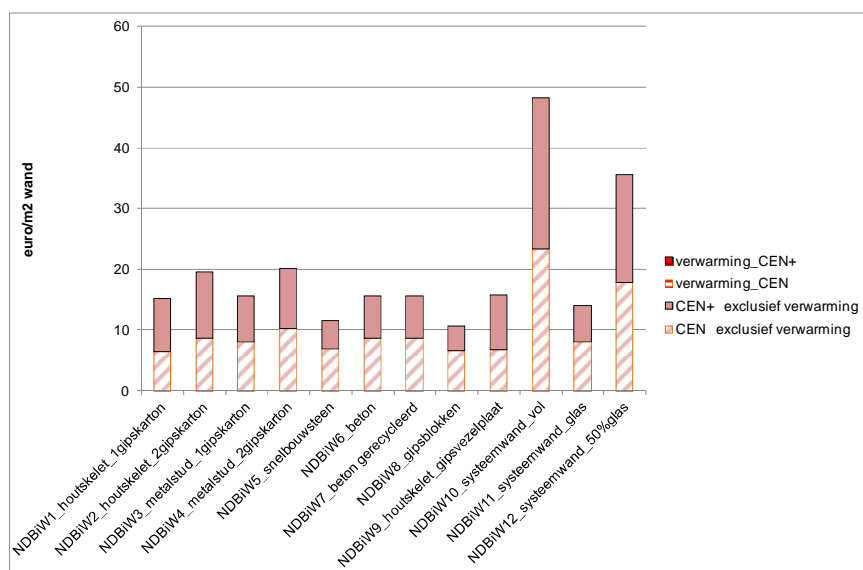
- Buitenwand
- Dragende binnenwand
- Niet dragende binnenwand
- Plat dak
- Hellend dak



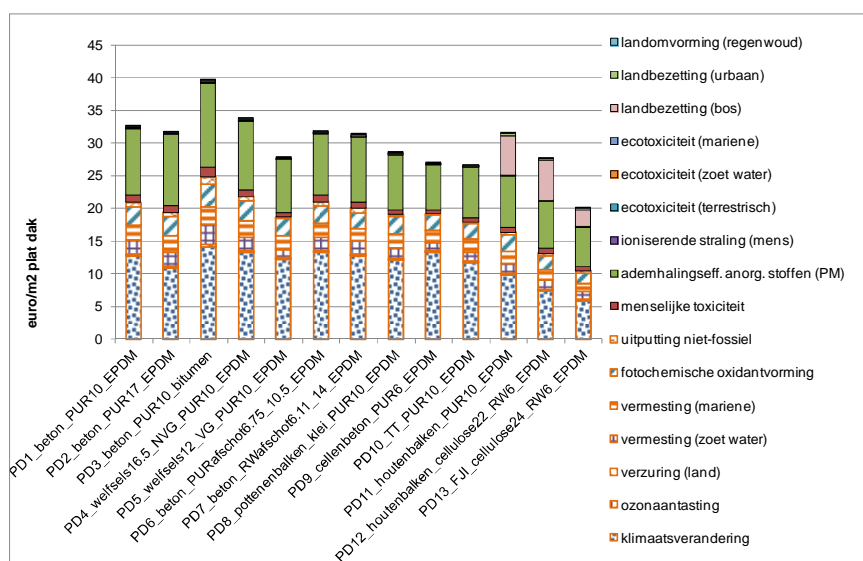
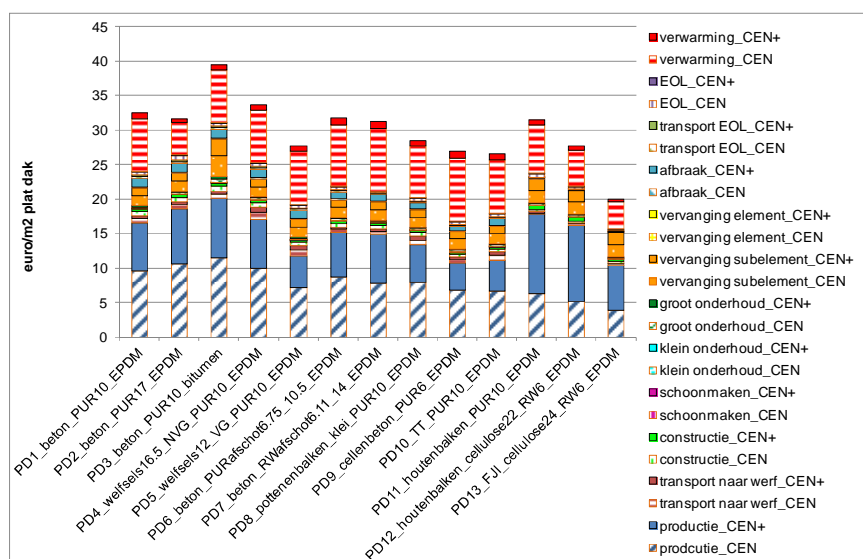
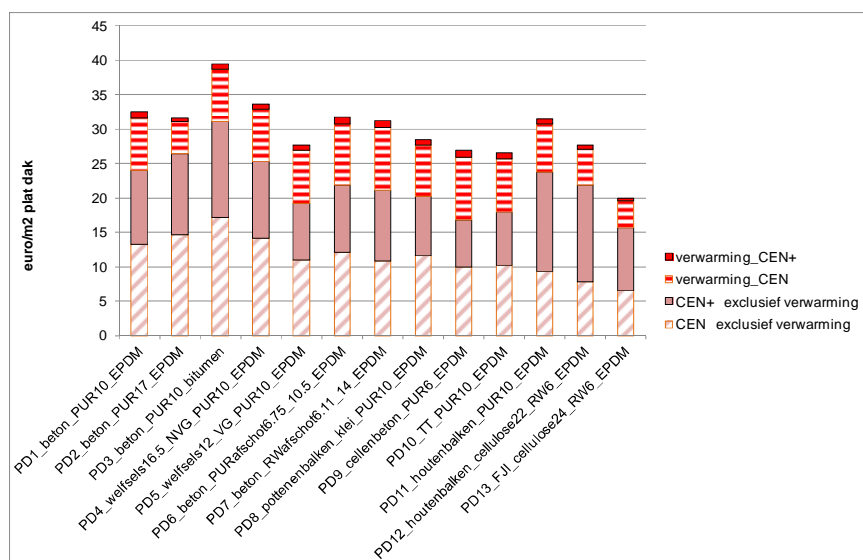
**Figuur 118: geaggregeerde milieuprofielen van de verschillende elementvarianten voor de buitenwand: (boven) globaal, (midden) per levenscyclusfase en (onder) per milieu-indicator**



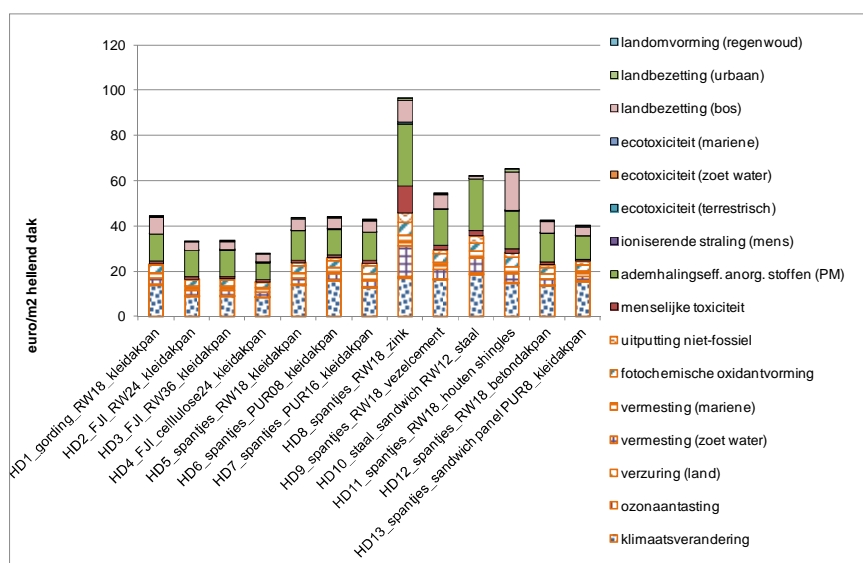
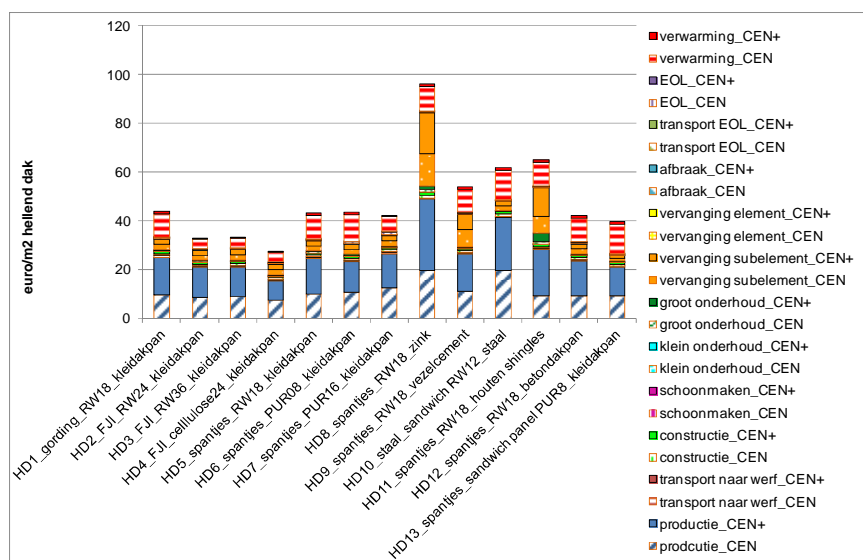
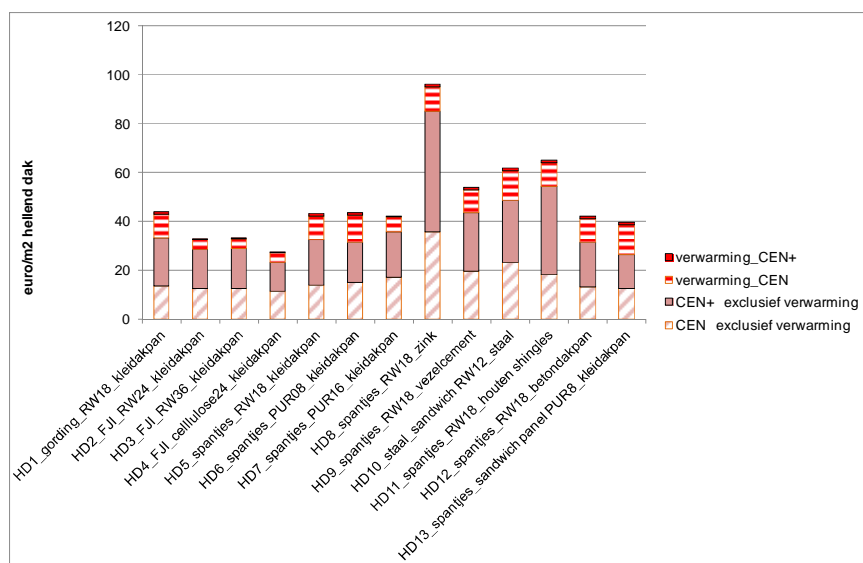
**Figuur 119: geaggregeerde milieuprofielen van de verschillende elementvarianten voor de dragende binnenwand: (boven) globaal, (midden) per levenscyclusfase en (onder) per milieu-indicator**



**Figuur 120: geaggregeerde milieuprofielen van de verschillende elementvarianten voor de niet-dragende binnenwand: (boven) globaal, (midden) per levenscyclusfase en (onder) per milieu-indicator**



**Figuur 121: geaggregeerde milieuprofielen van de verschillende elementvarianten voor het plat dak: (boven) globaal, (midden) per levenscyclusfase en (onder) per milieu-indicator**



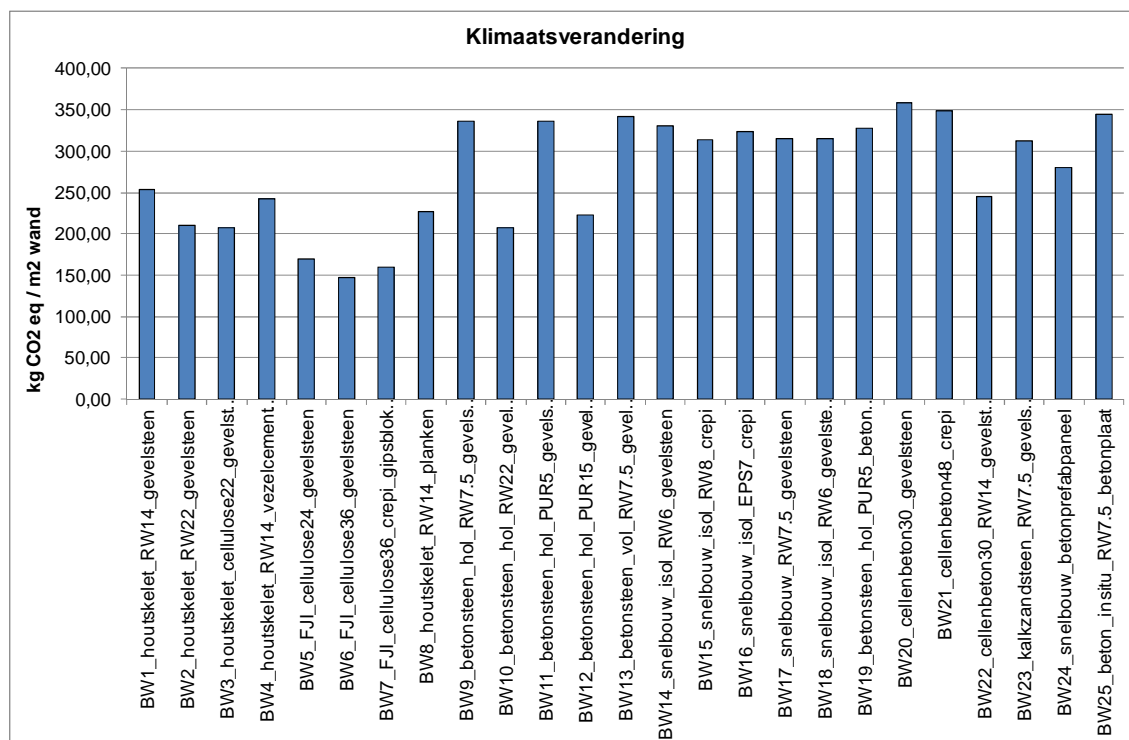
**Figuur 122: geaggregeerde milieuprofielen van de verschillende elementvarianten voor het hellend dak: (boven) globaal, (midden) per levenscyclusfase en (onder) per milieu-indicator**



## 7.4 Analyse in niet-monetaire eenheden

In de analyses tot nu toe werden alle milieu-impacten uitgedrukt in monetaire eenheden. Dit laat toe om verschillende milieu-indicatoren te aggregeren, enerzijds, en om het onderling belang te vergelijken, anderzijds.

Wil men niet monetariseren omwille van de onzekerheden rond de monetarisatiefactoren, dan kan men toch nog een aantal afwegingen maken; maar dan per milieu-indicator afzonderlijk, zoals weergegeven in [Figuur 123](#) waarbij het effect op “klimaatverandering” (uitgedrukt in CO<sub>2</sub> eqv.) voor verschillende buitenwanden vergeleken wordt.



**Figuur 123: Het effect op “klimaatverandering”, uitgedrukt in CO<sub>2</sub> equivalenten, van 1m<sup>2</sup> buitenwand voor verschillende varianten.**

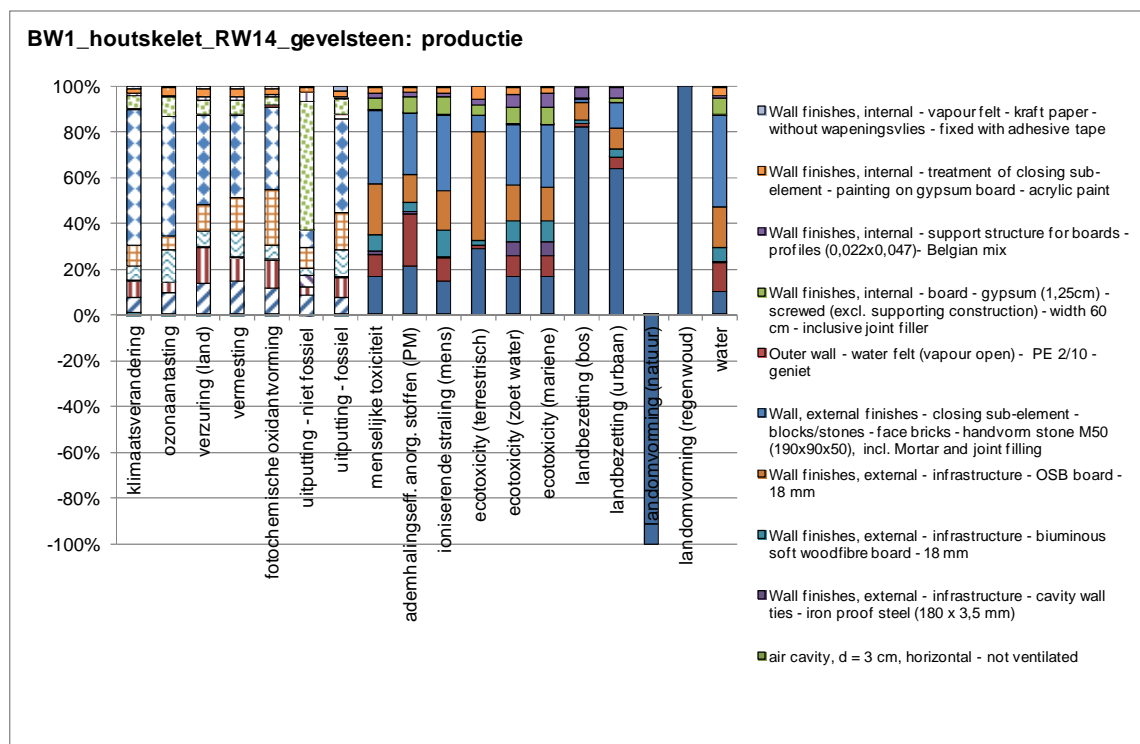
Voor één type buitenwand kan men het aandeel van de verschillende fasen (van productie tot EOL, inclusief verwarming) in de verschillende individuele milieu-indicatoren visualiseren ([Figuur 124](#)).

Bij het interpreteren van deze grafiek dient men rekening te houden met het feit dat verschillende milieu-indicatoren onderling niet kunnen vergeleken worden. Het belang van de levenscyclusfasen moet dus per milieu-indicator afzonderlijk bekeken worden. Om dit te beklemtonen wordt in [Figuur 125](#) dezelfde informatie gegeven, maar worden de milieu-indicatoren onderling “gewogen” via de monetarisatiefactoren.

Alle individuele milieu-indicatoren (7 CEN en 11 CEN+) voor de 115 elementvarianten zijn opgenomen in tabelvorm in [Bijlage 5](#).

Aan de hand van de evaluatietool kan men nog verder opsplitsen en voor één fase per milieu-indicator het aandeel van de verschillende verwerkte materialen analyseren, zoals geïllustreerd in [Figuur 126](#).





**Figuur 126: Het aandeel van de verschillende verwerkte materialen voor de fase “productie” in de verschillende individuele milieu-indicatoren voor een houtskeletbouw wand met 14 cm rotswol isolatie.**



## 8 Gevoeligheidsanalyses

### 8.1 Inleiding

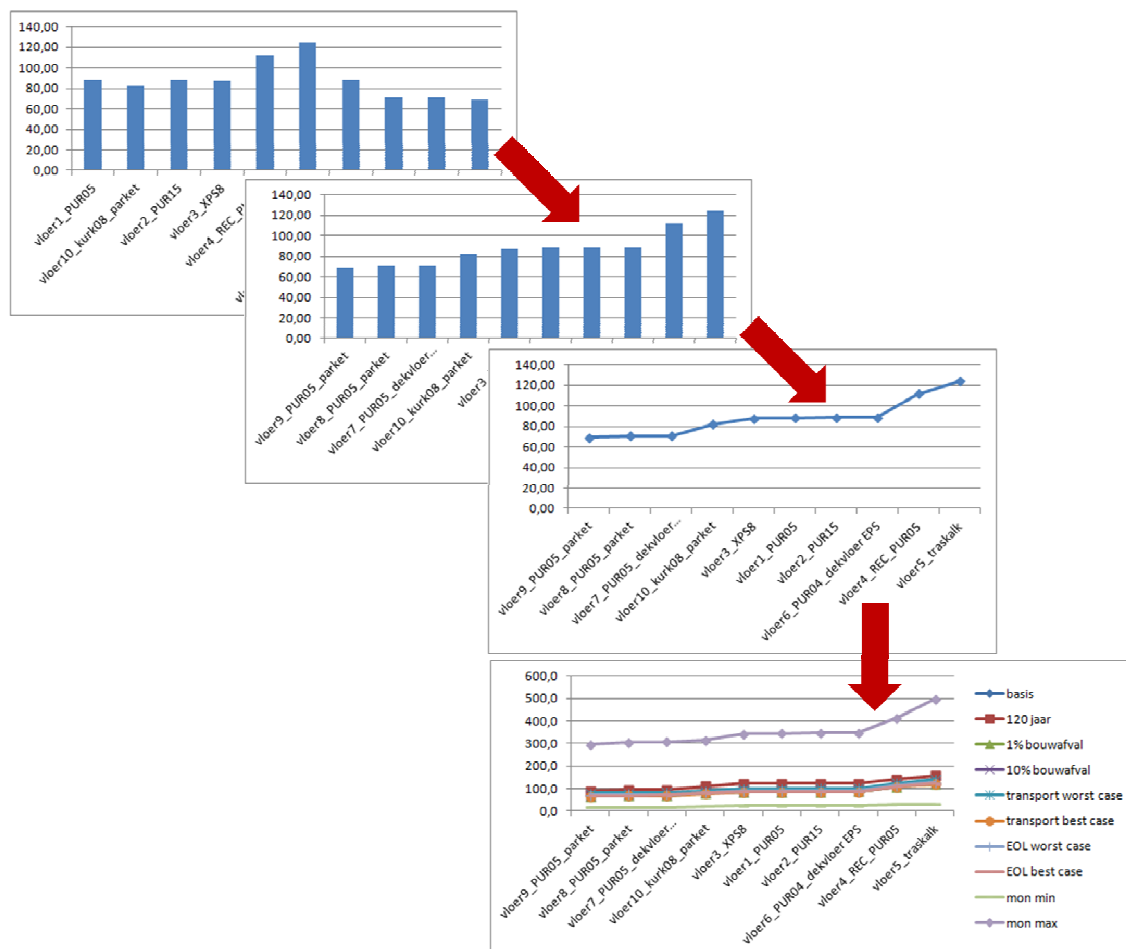
Om de robuustheid, volledigheid en betrouwbaarheid van het ontwikkeld expert-rekenmodel en de onderliggende aannames uit te testen, zullen een aantal **gevoeligheidsanalyses** uitgevoerd worden. De volgende parameters en scenario's, die binnen deze gevoeligheidsanalyses gevarieerd kunnen worden, zullen behandeld worden:

- **monetaire waarden** voor de verschillende milieu-indicatoren
- scenario voor het **transport** van de afgewerkte producten van de fabriek **tot op de bouwwerf**: inspelend op het transporttraject, de transportmiddelen en de gemiddelde afstanden
- scenario voor het **transport** van het bouw- en sloopafval vanaf de werf **tot aan de afvalverwerkingsinstallatie**: inspelend op het transporttraject, de transportmiddelen en de gemiddelde afstanden
- scenario voor de **eindverwerking van het bouw- en sloopafval** (vb. grotere percentages voor hergebruik en recyclage van de afvalfracties met het oog op mogelijke toekomstige evoluties)
- **aandeel materiaalverlies** op de werf tijdens de bouwfase
- **levensduur van het gebouw**

Op basis van deze gevoeligheidsanalyses zal bepaald worden welke de invloed is van de parameters en scenario's op de bekomen resultaten. Daarnaast zullen conclusies getrokken worden in verband met de robuustheid, betrouwbaarheid, consistentie, representativiteit en reproduceerbaarheid van de voorgestelde methode.

Met de uitzondering voor de levensduur van het gebouw, wordt per parameter of scenario een realistisch worst- en best-case-situatie bepaald: i.e. respectievelijk de situatie dat aanleiding geeft tot de kleinste en grootste geaggregeerde milieuscore per element. Naast de basislevensduur van 60 jaar voor het gebouw (woning, school of kantoor) wordt nagegaan wat het effect is op de geaggregeerde scores wanneer de levensduur verdubbeld wordt.

Om beter inzicht te krijgen op de gevoeligheid van de resultaten; worden de resultaten onder een andere vorm gevisualiseerd. Vertrekkend van de geaggregeerde resultaten op elementniveau, beschreven in [Hoofdstuk 7](#), worden de levenscyclusresultaten (met in begrip van verwarming) van alle varianten voor één element gesorteerd van een lage tot een hoge milieukost. Vervolgens wordt de balkvoorstelling vervangen door een oplopende lijn die de totale milieukost (i.e. CEN en CEN+) per elementvariant met elkaar verbindt. Dergelijke voorstelling laat enerzijds toe om verschillende bandbreedtes (visueel) te bepalen tussen de referentiesituatie en een worst- en best-casesituatie voor ieder geanalyseerde parameter of scenario. Anderzijds, kan via de lijnvoorstelling nagegaan worden of de voorkeursvolgorde verandert in een best- en worst-casescenario. (zie [Figuur 127](#))

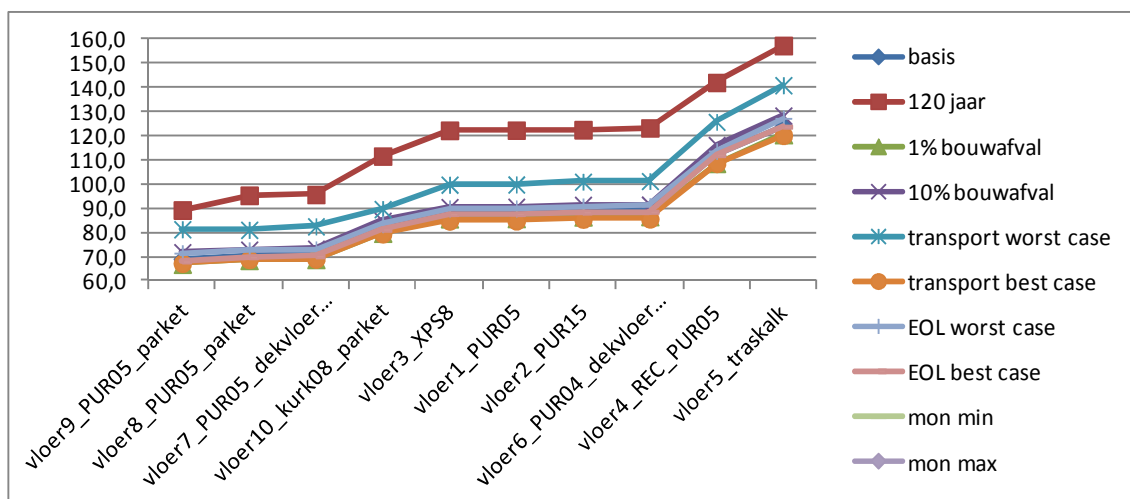


**Figuur 127:** stapsgewijze verandering van de voorstelling van (geaggregeerde) milieuprofielen van verschillende gebouwelementvarianten (hier: vloer op volle grond) om de gevoeligheid van de resultaten te onderzoeken.

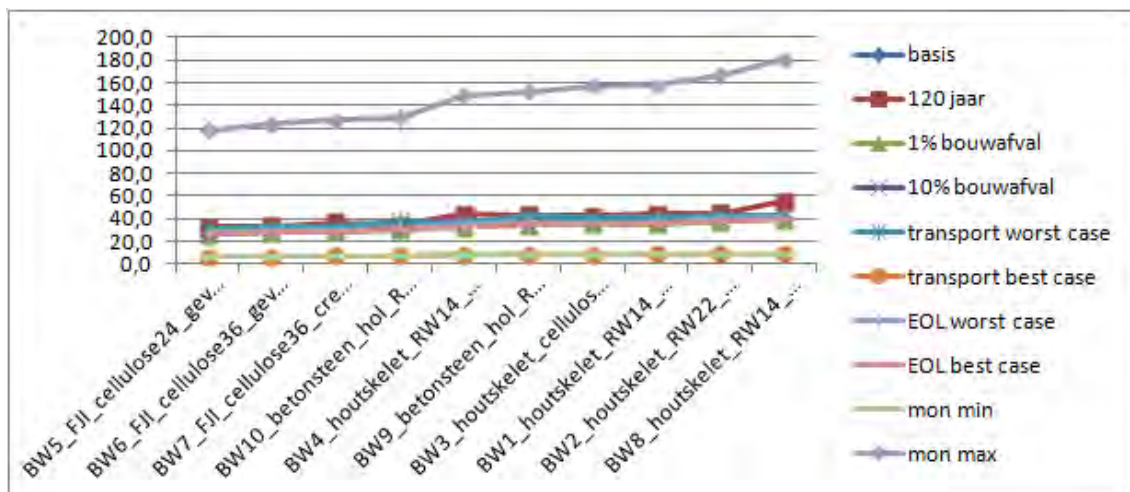
## 8.2 Overzicht van de resultaten

Op basis van de visualiseringsbenadering uitgelegd in [paragraaf 8.1](#) wordt een overzicht gegeven van de resultaten van alle gevoeligheidsanalyses per element:

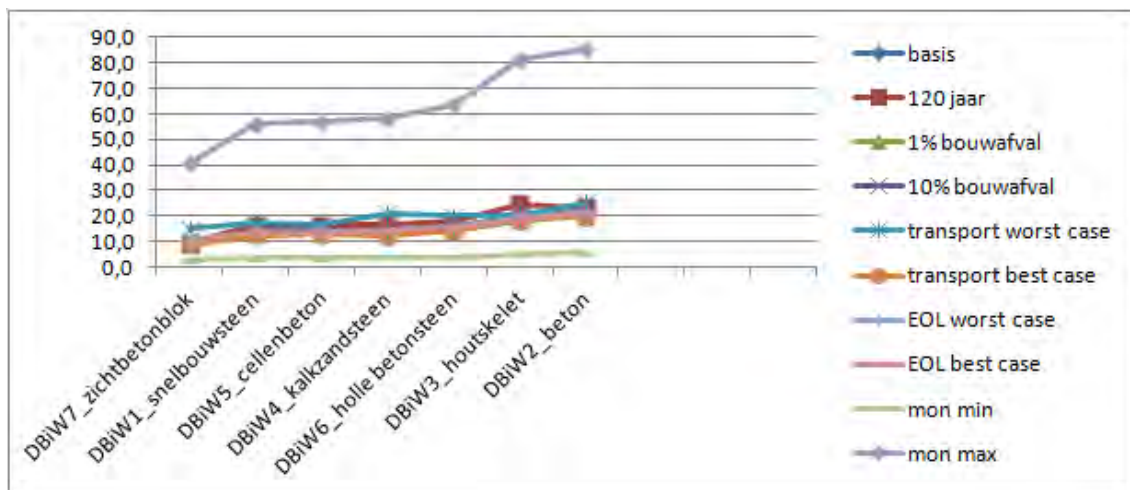
- Vloer op volle grond: [Figuur 128](#)
- Buitenwand: [Figuur 129](#)
- Dragende binnenwand: [Figuur 130](#)
- Niet-dragende binnenwand: [Figuur 131](#)
- Binnenvloer: [Figuur 132](#)
- Binnentrap: [Figuur 133](#)
- Plat dak: [Figuur 134](#)
- Hellend dak: [Figuur 135](#)
- Binnendeur: [Figuur 136](#)
- Raam: [Figuur 137](#)



**Figuur 128: Overzicht van de resultaten van de gevoeligheidsanalyse van alle geanalyseerde elementvarianten voor de vloer op volle grond (uitgedrukt in euro per m² vloer).**

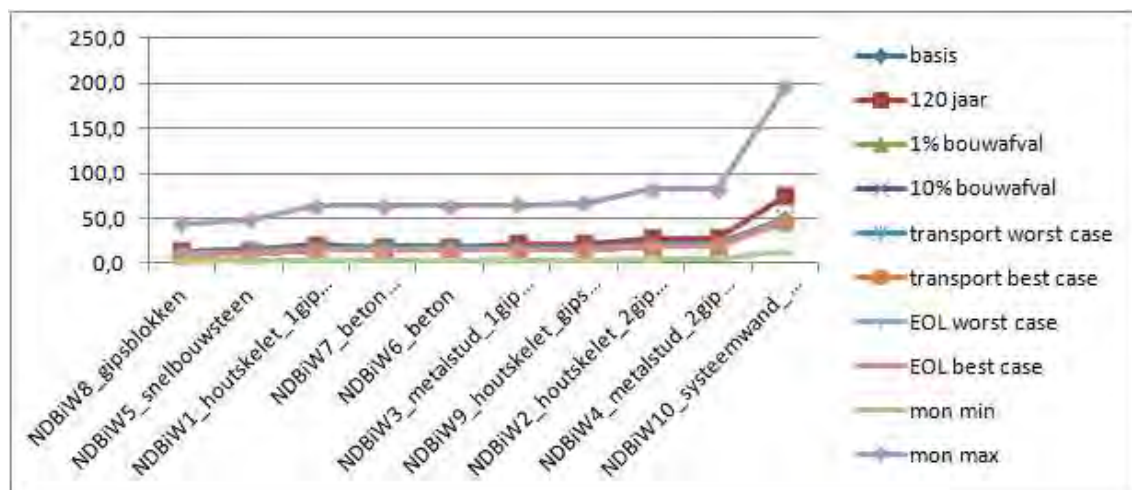


**Figuur 129: Overzicht van de resultaten van de gevoeligheidsanalyse van alle geanalyseerde elementvarianten voor de buitenwand (uitgedrukt in euro per m² buitenwand).**

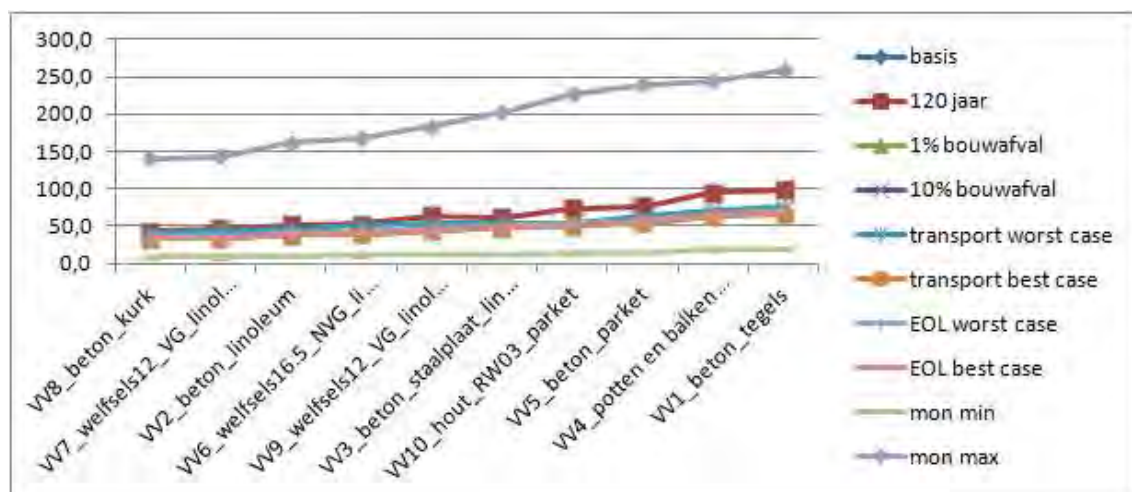


**Figuur 130: Overzicht van de resultaten van de gevoeligheidsanalyse van alle geanalyseerde elementvarianten voor de dragende binnenwand (uitgedrukt in euro per m² dragende binnenwand).**

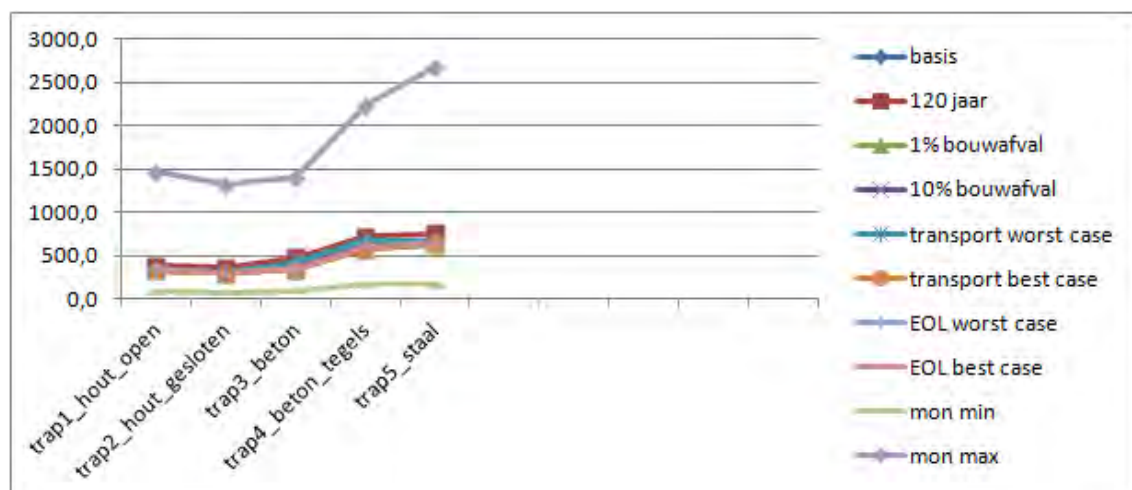




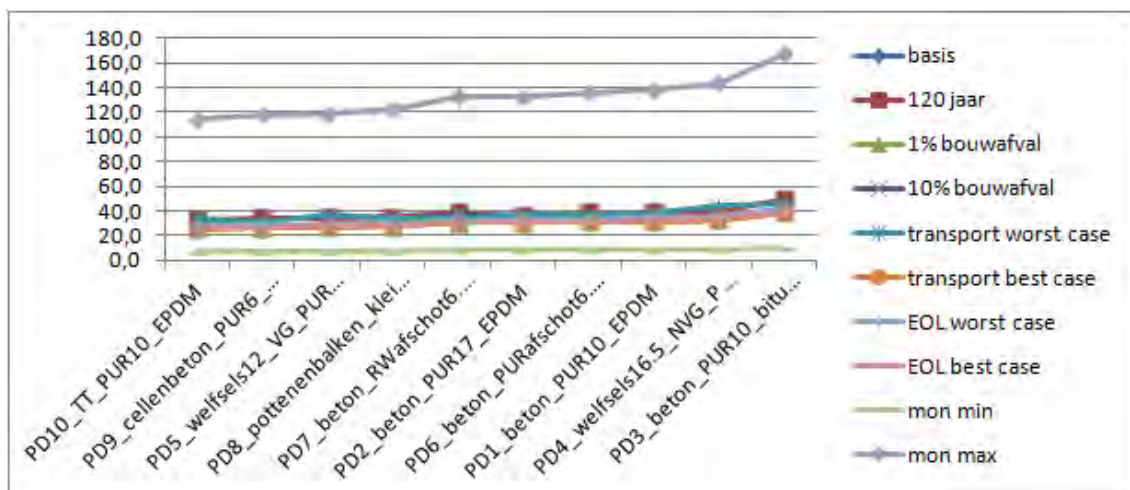
**Figuur 131:** Overzicht van de resultaten van de gevoeligheidsanalyse van alle geanalyseerde elementvarianten voor de niet-dragende binnenwand (uitgedrukt in euro per m² niet-dragende binnenwand).



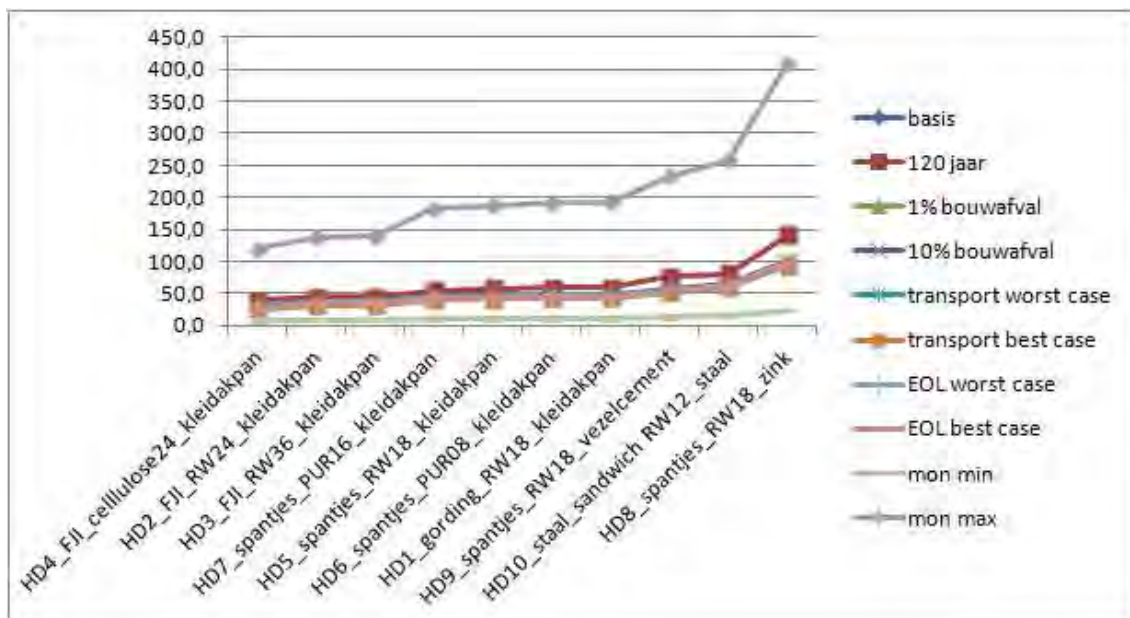
**Figuur 132:** Overzicht van de resultaten van de gevoeligheidsanalyse van alle geanalyseerde elementvarianten voor de binnenvloer (uitgedrukt in euro per m² per binnenvloer).



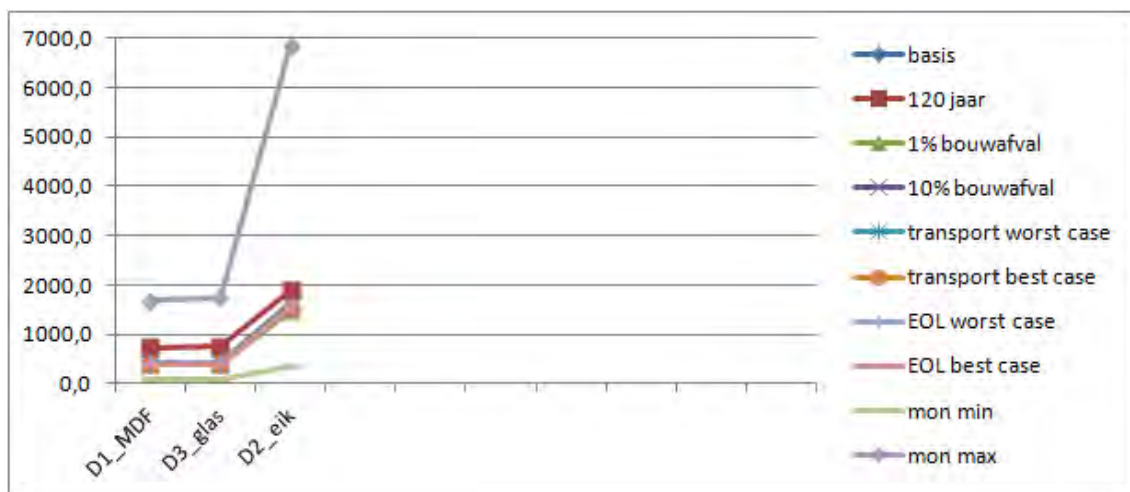
**Figuur 133:** Overzicht van de resultaten van de gevoeligheidsanalyse van alle geanalyseerde elementvarianten voor de binnentrap (uitgedrukt in euro per m² binnentrap).



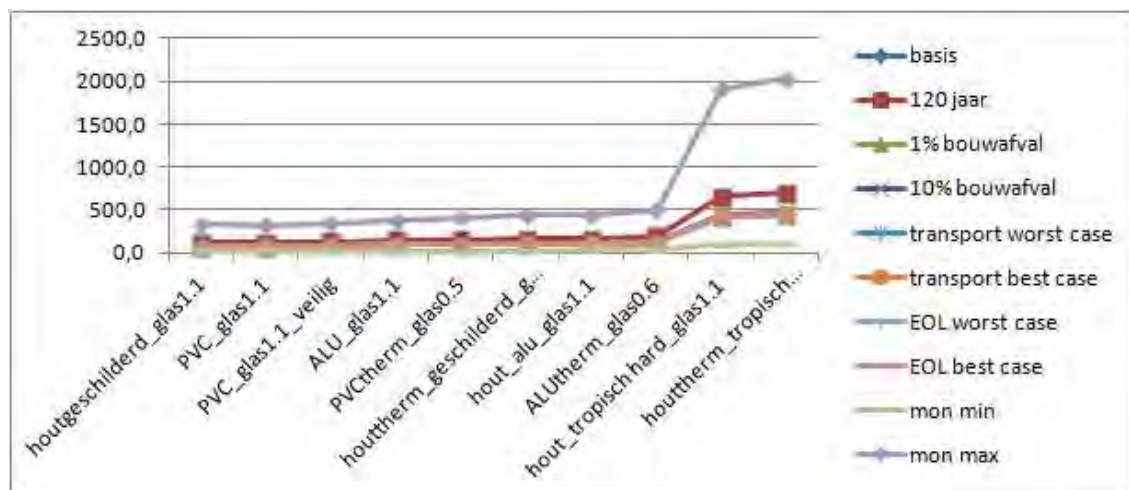
**Figuur 134: Overzicht van de resultaten van de gevoeligheidsanalyse van alle geanalyseerde elementvarianten voor het plat dak (uitgedrukt in euro per m² plat dak).**



**Figuur 135: Overzicht van de resultaten van de gevoeligheidsanalyse van alle geanalyseerde elementvarianten voor het dakschild van het hellend dak (uitgedrukt in euro per m² hellend dak).**



**Figuur 136: Overzicht van de resultaten van de gevoeligheidsanalyse van alle geanalyseerde elementvarianten voor de binnendeur (uitgedrukt in euro per m² binnendeur).**



Figuur 137: Overzicht van de resultaten van de gevoeligheidsanalyse van alle geanalyseerde elementvarianten voor het raam, exclusief warmtehuishouding<sup>92</sup> (uitgedrukt in euro per m² raam).

## 8.3 Bespreking van de resultaten

### 8.3.1 Monetarisatie

#### 8.3.1.1 Bepaling van best-case en worst-casescenario's

Zoals reeds aangehaald in [Hoofdstuk 3](#) zijn de monetaire waarden per individuele milieu-indicator onderhevig aan een aanzienlijke mate van onzekerheid. [Tabel 9](#) en [Tabel 10](#) geven naast de centrale waarde, waarmee gerekend werd voor de analyses op materiaal-, verwerkt materiaal- en elementniveau (cf. [Hoofdstuk 5](#), [6](#) en [7](#)), ook een minimum en maximum financiële waardering per CEN en CEN+ indicator. Een gelijktijdige combinatie van al deze extreme waarden wordt gebruikt om de gevoeligheid van het moneteriseren als wegingsmodel na te gaan op de resultaten op elementniveau.

#### 8.3.1.2 Impact op resultaten

In [Hoofdstuk 3](#) werd reeds het vermoeden geuit dat de grote bandbreedte van de monetarisatiewaarden op basis van schade- en/of preventiekosten een impact kunnen hebben op de milieuscores. Dit vermoeden wordt bevestigd door de figuren in [paragraaf 8.2](#). Gezien de bepaling van de monetarisatiefactoren los staan van de fysische opbouw van gebouwelementen, spelen ze een belangrijke rol van betekenis voor alle gebouwelementen. Gemiddeld kunnen de geaggreerde milieuscores over alle gebouwelementen met een factor 4 gedeeld of vermenigvuldigd worden door respectievelijk de laagstmogelijke of hoogstmogelijke monetaire waarde voor iedere milieu-indicator te nemen.

Indien men de voorkeursvolgorde van de best- en worstcasescenario's vergelijkt met de referentiesituatie (i.e. resultaten op basis van centrale monetaire waarden) zijn er geen verschillen merkbaar: alle curves blijven oplopen van links naar rechts. Men kan echter verwachten dat bij het combineren van minimale monetarisatiewaarden voor één aspect met maximale waarden voor andere, de voorkeursvolgorde wel zal wijzigen. Gezien de beperkte scope van deze onderzoeksopdracht werd dit niet onderzocht.

<sup>92</sup> Warmtehuishouding werd niet opgenomen gezien via de ramen niet alleen verliezen zijn, maar ook winsten door straling die via het serre-effect niet binnen gehouden worden. Deze effecten kunnen enkel op gebouwniveau behandeld worden

## 8.3.2 Initieel transport van bouwmaterialen van fabriek tot werf

### 8.3.2.1 Bepaling van best-case en worst-casescenario's

In de analyses op materiaal-, verwerkt materiaal- en gebouwelementniveau, besproken in de voorgaande hoofdstukken, is telkens uitgegaan van een basisscenario voor het initieel transport van bouwmaterialen van fabriek tot werf. Dit scenario bestaat uit een specifiek transporttraject (i.e. van fabriek tot werf, al dan niet via een tussenhandelaar), specifieke vervoermiddelen (vb. zware en lichte vrachtwagen en bestelwagen) en specifieke gemiddelde afstanden (uitgedrukt in km) per materiaalcategorie (zie [Hoofdstuk 2](#) en [paragraaf 4.3.5.1](#) voor meer details aangaande het basistransportscenario).

Voor het uitvoeren van de gevoeligheidsanalyse wordt telkens voor elk van de onderdelen van het basisscenario (i.e. transporttraject, transportmiddelen en gemiddelde afstanden) een worst case en een best case scenario ontwikkeld, om na te gaan welke de effecten zijn op resultaten op elementniveau. De aanpassingen worden samengevat in [Tabel 27](#).

Transport van bouwmaterialen van fabriek tot werf	
Best case scenario	<ul style="list-style-type: none"><li>- Alles wordt met grote vrachtwagen vervoerd</li><li>- Afstanden -50%</li></ul>
Worst case scenario	<ul style="list-style-type: none"><li>- Transport met grote vrachtwagen -30%</li><li>- Transport met kleine vrachtwagen of bestelwagen +30%</li><li>- Afstanden +50%</li></ul>

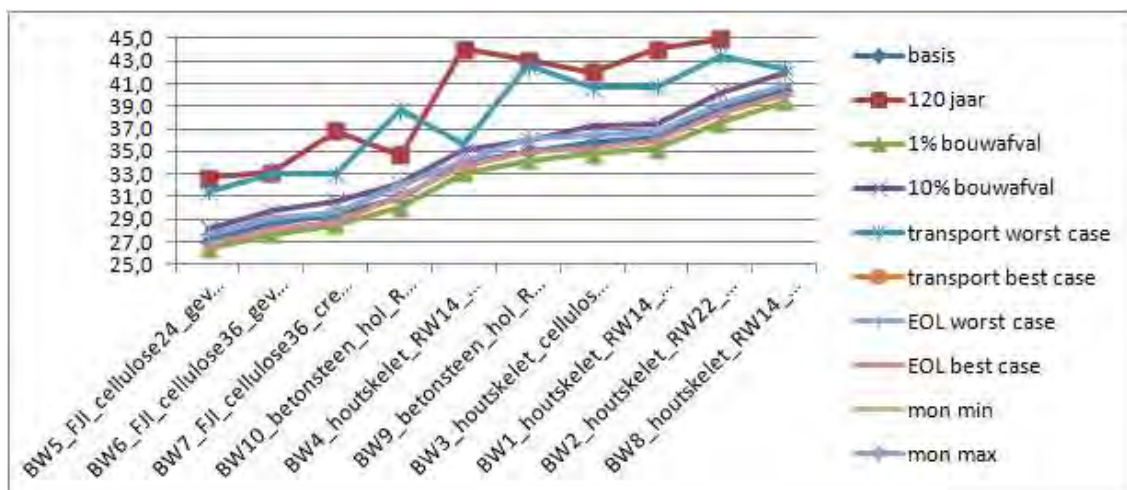
**Tabel 27: Overzicht van de verschillende scenario's voor de gevoeligheidsanalyse betreffende het transport van bouwmaterialen van fabriek tot werf.**

### 8.3.2.2 Impact op resultaten

Voor alle bestudeerde gebouwelementvarianten resulteert een milieunadeliger en milieuvoordeligere transportscenario (i.e. respectievelijk worst-case- en best-case-scenario) in kleine wijzigingen ten aanzien van de geaggreerde milieuscore in de referentiesituatie. Gemiddeld over alle geanalyseerde elementvarianten leidt een best case transportscenario tot een milieuwinst van zo'n 4% tegenover het basisscenario, terwijl een worst case transportscenario voor alle elementvarianten aanleiding geeft tot een extra milieukost van zo'n 8% (zie [Figuur 140](#)).

Ook de voorkeursvolgorde wordt voor de meeste gebouwelementen nauwelijks gewijzigd. Slechts in een beperkt aantal gevallen, i.e. vooral die elementenvarianten die hoofdzakelijk opgebouwd worden uit zware bouwmaterialen (vb. betonsteen), blijkt een verhoging van het transport met behulp van een kleinere vrachtwagen extra nadelig te zijn voor de totale milieu-impact van het gebouwelement. Dit is onder andere te merken bij de resultaten van de buitenwand, waar de oplossingen op basis van betonsteen (BW9 en BW10) slechter scoren dan sommige houtskeletvarianten (BW4 ten opzichte van BW9 en BW3 en BW1 ten opzichte van BW10). Dit is niet het geval in de referentiesituatie. Dit wordt visueel weergegeven door het verloop van de blauwe sterlijn (cf. "transport worst case") in [Figuur 138](#). De exacte samenstelling van de buitenwandvarianten wordt uitgelegd in [Bijlage 4](#).





**Figuur 138: Detailweergave van de resultaten van de gevoeligheidsanalyse van alle geanalyseerde elementvarianten voor de buitenwand (uitgedrukt in euro per buitenwand)**

Uit deze resultaten kan geconcludeerd worden dat de manier waarop het transport van bouwmaterialen van fabriek tot werf georganiseerd wordt een significante rol kan spelen voor de totale milieu-impact op gebouwelementniveau. Vooral voor zware en volumineuze bouwmaterialen heeft het zin om een optimaal transportsценario op te stellen. Dergelijke logistieke optimalisatie kan het onderwerp zijn van een aanvullend onderzoek, in nauw overleg met producenten en sectororganisaties.

### 8.3.3 EOL-behandeling en transport van bouw-en sloopafval

#### 8.3.3.1 Bepaling van best-case en worst-casescenario's

Net als voor het initieel transport van bouwmaterialen van fabriek tot werf (zie [paragraaf 8.3.2](#)), is in de voorgaande analyses op materiaal, verwerkt materiaal- en elementniveau voor het transport van bouw- en sloopafval van werf tot EOL telkens uitgegaan van een basisscenario. Dit basisscenario bestaat uit een specifiek transporttraject (i.e. van werf tot EOL, al dan niet via een inzamel- of sorteerlocatie), specifieke vervoermiddelen (i.e. grote of kleine vrachtwagen) en specifieke gemiddelde afstanden (uitgedrukt in km) per afvalcategorie (zie [Hoofdstuk 2](#) en [paragraaf 4.3.5.2](#) voor meer details aangaande het basistransportsценario).

Ook voor de EOL-behandeling van het bekomen bouw- en sloopafval op het einde van zijn levensduur werd voor elke afvalcategorie telkens een specifiek basisscenario ontwikkeld. Dit scenario omvat enerzijds een scenario aangaande het al of niet vooraf sorteren van het afval op de werf (i.e. % gesorteerd en niet gesorteerd) en anderzijds een verdeling van het afval over verschillende eindbestemmingen (i.e. storten, verbranden met warmteterugwinning, recyclage en hergebruik) (zie [Hoofdstuk 2](#) en [paragraaf 4.3.5.2](#) voor meer details aangaande het basis-EOL-scenario).

Voor het uitvoeren van de gevoeligheidsanalyse aangaande het transport naar EOL en de EOL-behandeling werden, analoog aan de gevoeligheidsanalyse voor het initieel transport, een milieuvriendelijk (i.e. best case) en een milieunadelig (i.e. worst case) scenario ontwikkeld en geanalyseerd voor de verschillende gebouwelementen. Een overzicht van de aanpassingen in deze scenario's in vergelijking met het basisscenario (i.e. transportmiddelen en gemiddelde afstanden, % sorteren op de werf en % storten, verbranden, recyclage en hergebruik) wordt weergegeven in [Tabel 28](#).

Transport van bouw- en sloopafval van werf tot EOL	
Best case scenario	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Alles wordt met zware vrachtwagen vervoerd</li> <li>- Afstanden : - 50%</li> </ul>
Worst case scenario	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Transport met grote vrachtwagen -20%</li> <li>- Transport met kleine vrachtwagen +20%</li> <li>- Afstanden + 100%</li> </ul>

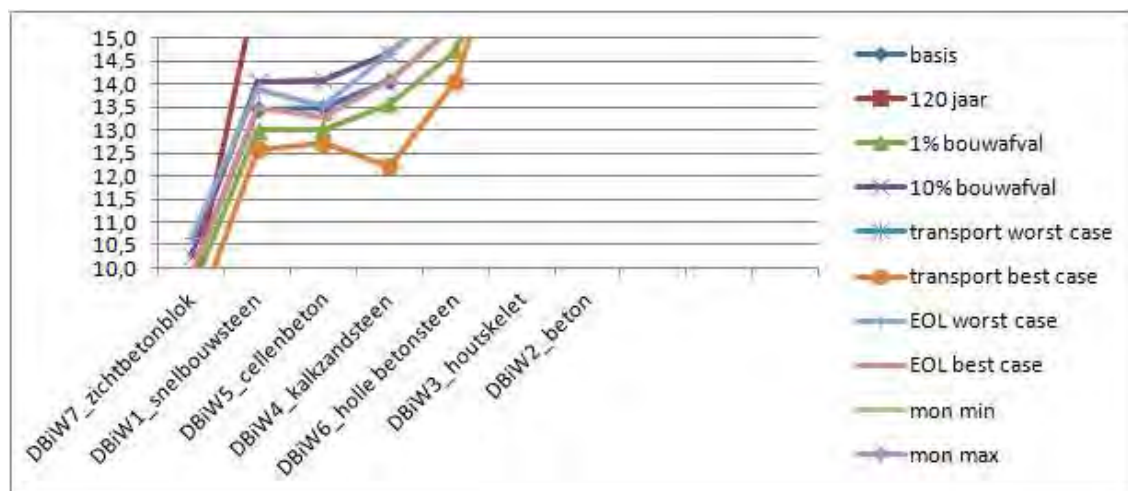
EOL-behandeling	
Best case scenario	<p>“Recyclage op einde levensduur maximaliseren”</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- op werf gesorteerd: <ul style="list-style-type: none"> <li>o basisscenario &lt;50% =&gt; optrekken tot 50%</li> <li>o basisscenario &gt;50% =&gt; optrekken tot 90%</li> </ul> </li> <li>- Recyclage: <ul style="list-style-type: none"> <li>o basisscenario &lt;90% =&gt; optrekken naar 90%</li> <li>o basisscenario &gt;90% =&gt; idem basisscenario</li> </ul> </li> <li>- Verbranding: <ul style="list-style-type: none"> <li>o altijd met efficiënte installaties =&gt; impact verbranding valt buiten de systeemgrenzen</li> </ul> </li> </ul>
Worst case scenario	<p>“Storten en verbranden op einde levensduur maximaliseren”</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 0% sorteren op de werf</li> <li>- 100% verbranden van brandbare materialen</li> <li>- 100% storten van moeilijk brandbare materialen</li> <li>- verbranden met installaties, die niet voldoen aan de criteria voor energiewaardering =&gt; impact verbranding valt binnen de systeemgrenzen</li> </ul>

**Tabel 28: Overzicht van de verschillende scenario's voor de gevoeligheidsanalyse betreffende het transport van bouw- en sloopafval van werf tot EOL en de EOL-behandeling van het afval.**

### 8.3.3.2 Impact op resultaten

De resultaten van de gevoeligheidsanalyse in vergelijking met het basisscenario aangaande het transport van bouw- en sloopafval van werf tot EOL-verwerkingsite en van de EOL-behandeling voor alle geanalyseerde elementvarianten resulteert in kleine wijzigingen ten aanzien van de geaggregeerde milieuscores in de basisscenario. Gemiddeld gezien levert een best case EOL-scenario een milieuwinst op van zo'n 1% tegenover het basisscenario, terwijl een worst case EOL-scenario resulteert in een gemiddelde extra milieukost van zo'n 1% tegenover het basisscenario.

Slechts in een beperkt aantal gevallen doet zich ten gevolge van een veranderd EOL-scenario een wijziging in volgorde voor tegenover het basisscenario. De verschillen zijn echter minimaal. Dit is bijvoorbeeld het geval bij de analyse op de dragende binnenwand, waar de cellenbetonvariant (DBiW5) de voorkeur geniet boven de snelbouwsteenvariant (DBiW1) in zowel de best-case- als worst-casescenario. In het best-case-scenario wordt het recyclagegehalte van cellenbeton van 85% opgetrokken naar 90%, terwijl het recyclagegehalte voor de snelbouwsteen op 95% blijft. In het worst-case-scenario wordt er vanuit gegaan dat na afbraak de cellenbetonblokken en de snelbouwstenen volledig gestort worden. Het verloop van beide extreme cases wordt weergegeven door de roze en lichtblauwe lijnen (respectievelijk “EOL worst case” en “EOL best case”) in [Figuur 139](#). Gezien de kleine veranderingen in EOL-behandeling blijven de verschillen in geaggregeerde milieuscore ook minimaal.



**Figuur 139: Detailweergave van de resultaten van de gevoeligheidsanalyse van alle geanalyseerde elementvarianten voor de dragende binnenwand (uitgedrukt in euro per buitenwand)**

Er kan dus gesteld worden dat een wijziging in EOL-scenario slechts een zeer kleine tot verwaarloosbare impact heeft op de totale milieu-impact van de alle geanalyseerde gebouwelementvarianten.

### **8.3.4 Fractie materiaalverliezen op de werf**

#### **8.3.4.1 Bepaling van best-case en worst-casescenario's**

In het basisscenario wordt verondersteld dat bij transport naar de werf en tijdens het bouwen 5% materiaalverlies (op basis van gewicht) optreedt voor alle materialen. Men kan veronderstellen dat in de gemiddelde bouwpraktijk dit meer is voor uithardende materialen (zoals mortel en katten) en minder voor onbreekbare materialen (zoals staalprofielen). Afzonderlijke percentages invoeren per materiaalklasse is in het huidige rekenmodel niet mogelijk en zou her-programmeerwerk vergen. Binnen het model kan echter een nieuwe database aangemaakt worden, waarin voor alle materialen andere verliesfracties verondersteld worden. Als extreme waarden wordt 1% verlies en 10% verlies voor alle materialen genomen. Op deze manier kon nagegaan worden of het her-programmeerwerk relevant zou kunnen zijn.

#### **8.3.4.2 Impact op de resultaten**

Uit de analyses blijkt, zoals verwacht kon worden, een linear verband tussen de mate van materiaalverlies en de geaggregeerde milieuscores. Als gevolg hiervan is voor alle bestuurd gebouwelementvarianten de voorkeursvolgorde dezelfde gebleven. Tevens zijn de verschillen in milieuscores beperkt: i.e. 4% stijging van de totale milieukosten bij 10% materiaalverlies en 3% daling van de totale milieukosten bij 1% materiaalverlies voor alle materialen. Men kan hieruit besluiten dat binnen deze LCA-studie het weinig zin heeft om per materiaal(categorie) een andere verliesfractie te beschouwen. Het hermodelleren van de expert-rekentmodel heeft dus geen prioriteit.

### **8.3.5 Levensduur gebouw**

#### **8.3.5.1 Bepaling van best-case en worst-casescenario's**

Als laatste gevoeligheidsanalyse werd onderzocht wat het effect is van de vervangingen op het milieuprofiel als de levensduur van het gebouw verlengd wordt tot 120 jaar in plaats van 60 jaar. In een gebouw van 120 jaar zullen namelijk de structurele delen langer meegaan. Terwijl andere onderdelen meer vervangen zullen moeten worden ten opzichte van het basisscenario (i.e. een levensduur van 60 jaar). Het aantal vervangingen heeft een rechtstreeks effect op de (gedeeltelijke) afbraak van het gebouw; de EOL-behandeling, de productie van de vervangende onderdelen, het transport van en naar de werf en de montage in het gebouw.

In het huidige model vervangt men componenten steeds door identieke componenten. Een dergelijke aanname is zeer onwaarschijnlijk voor bijvoorbeeld installaties en glastypes. Het formuleren van kenmerken bij vervangingen na 15, 20, 30, 60, 90 jaar is erg speculatief en wordt afgeraden in een aantal normdocumenten. Bij vervangingen wordt het principe gehanteerd of het over "noodzakelijke" of "esthetische" vervangingen gaat. Dit wordt uitgelegd in [Hoofdstuk 4](#).

#### **8.3.5.2 Impact op de resultaten**

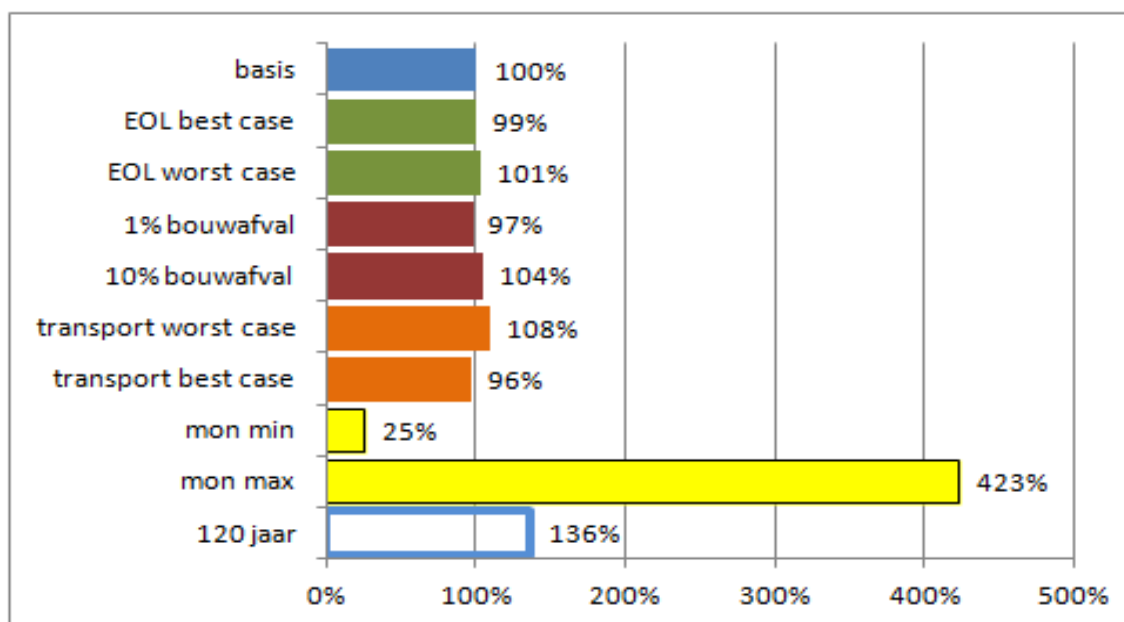
De concrete impact op de resultaten hangt af van de vervangscenario's van de componenten, maar globaal gezien is het effect belangrijk. Over de gehele levensduur van 120jaar zullen de geaggregeerde milieuscores gemiddeld met 36% stijgen (i.e. 136%) ten opzichte van het basisscenario. Om de milieukosten echter op een gelijkwaardige manier te vergelijken met de referentielevensduur van 60jaar, moet men de milieuscores van beide scenario's delen door de totale levensduur. Dit komt uiteindelijk neer op een gemiddelde reductie van index 100 naar index 68 per gebruiksjaar.

Voor sommige elementen met een dragende functie verandert de voorkeursvolgorde lichtjes ten opzichte van het basisscenario. Dit is het geval voor de bestudeerde elementenvarianten van de buitenwand, de binnenvloer het plat dak.



## 8.4 Conclusies

**Figuur 140** geeft een globaal overzicht van de gemiddelde spreiding van de resultaten per parameter of scenario ten opzichte van de referentiesituatie. Wat onmiddellijk opvalt is dat de worst-case- en best-casescenario voor het moneteriseren van de milieu-indicatoren leidt tot extreem grote verschillen ten opzichte van de referentie. Deze waarneming moet echter genuanceerd worden. De kans dat voor ieder van de 16 milieuindicatoren opgelijst in [paragraaf 2.5.3](#) ofwel de minimale waarde ofwel de maximale waarde aangenomen wordt, is zeer beperkt (ook al werd er bij het opstellen van de extreme monetaire waarden rekening gehouden met een vooropgesteld onzekerheidsinterval op basis van een lognormale verdeling). Een betere aanpak zou zijn om via Monte-Carlo-analyse numerisch het onzekerheidsinterval van de milieuscores te bepalen. Zodoende kan de kans bepaald worden dat een elementvariant beter zal scoren dan andere op basis van verschillende monetarisatiecombinaties. Indien de verschillen niet significant zijn, dan kan men zich beter concentreren op het verminderen van de onzekerheden met de grootste impact ([Goedkoop et al 2010](#)). Gezien het expert-rekenmodel dit numerisch instrument momenteel niet ondersteunt, wordt in het kader van deze opdracht hier echter geen beroep op gedaan.



**Figuur 140: overzicht van de gemiddelde spreiding van de resultaten per parameter of scenario ten opzicht van de referentiesituatie**

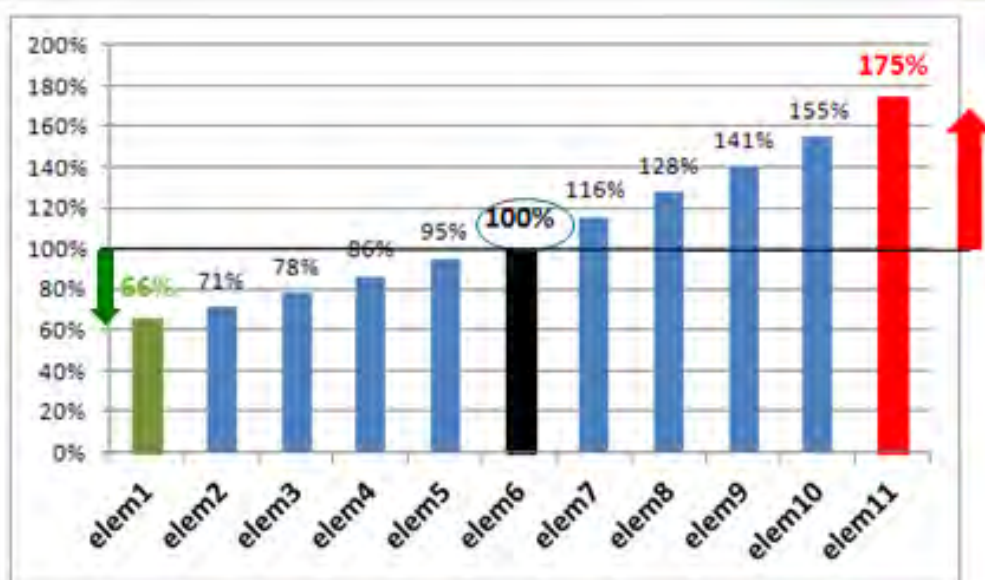
Afgezien van extreem gecombineerde monetaire waarden, kan men op basis van **Figuur 140** de volgorde van belang weergeven. Zo blijkt op basis van de uitgevoerde LCA-studie van 115 elementvarianten de levensverwachting van het gebouw de belangrijkste parameter zijn waarmee rekening gehouden moet worden. Er wordt dus aangeraden om bij het uitwerken van het expert-rekenmodel (eventueel tot een softwaretool of dynamisch classificatiesysteem) deze parameter niet vast te leggen, maar open te laten. In geval van vergelijking tussen varianten met een verschillende levensverwachting van het gebouw, moet men ervoor zorgen dat de resultaten gedeeld worden door de geschatte levensduur van het gebouw. Zo niet, maakt men een foutieve vergelijking.

In tweede instantie is het belangrijk het transport van bouwgerelateerde goederen naar (en van) duidelijk te definiëren. Op basis van de LCA-studie van een beperkt aantal elementvarianten ziet men dat de onzekerheid al veel kleiner is ten opzichte van de levensverwachting van gebouw (en de monetarisiëerwaarden), namelijk gemiddeld minder dan 9% ten opzichte van de referentiesituatie. Men merkt tevens op dat de nodige logistiek gerelateerd aan het vervoer van bouwmaterialen een significante rol kan spelen in de voorkeursvolgorde van elementoplossingen. Dit is voornamelijk het geval voor zware bouwmaterialen (zoals beton), waar het type vervoer (bijvoorbeeld kleine versus grote vrachtwagen) en de afstand tussen fabriek/handelaar en werf de milieu-impacten significant kunnen beïnvloeden.

Op de derde rang is het belangrijk om het materiaalverlies tijdens het transport naar de werf en het bouwen te limiteren. Dit kan bijvoorbeeld door de voorkeur te geven aan prefabbouwsystemen. De verschillen in milieuscores ten aanzien van het veranderen van het materiaalverlies (tussen 1% en 10%) heeft echter maar een beperkt impact op de geaggregeerde scores van de onderzochte elementvarianten: namelijk gemiddeld minder dan 4% ten opzichte van de referentiesituatie. De keuze binnen het model om te kiezen voor één algemene verliesfractie voor alle materialen, blijkt dus een gefundeerde beslissing te zijn. Op basis van de beperkte set van gebouwlementvarianten is het dus niet prioritair om voor verschillende materialen of materiaalcategorieën andere verliesfracties te gebruiken in het model.

Het veranderen van het EOL-scenario heeft een verwaarloosbaar effect op de milieuscores van de 115 elementvarianten, namelijk gemiddeld minder dan 2% dan de referentiesituatie. Dit wil zeggen dat het transport naar de EOL-verwerkingsite, al dan niet via een sorteerbedrijf, en de EOL-behandeling binnen het expert-rekenmodel niet verder in detail gemodelleerd moeten worden.

Het is belangrijk om te vermelden dat de keuze tussen één elementvariant en een andere meer doorslaggevend kan zijn voor de uiteindelijke milieukost dan de vermelde gevoeligheidsanalyses. Dit wordt voor een “abstract gemiddeld element” beschreven in [Figuur 141](#).



**Figuur 141: gemiddelde spreiding van de milieukosten voor een abstract gebouwelementvariant ten aanzien van alle gevoeligheidsanalyses**

Indien het gemiddelde van alle varianten (elf in [Figuur 141](#)) index 100 krijgt dan is de index voor de minst milieubelastende variant 66% en voor de meest milieubelastende 175%. In al deze vergelijkingen van elementvarianten is daarenboven, nog geen rekening gehouden met ander technische prestaties van de voorbeelden geselecteerd uit de courante bouwpraktijk. Verantwoord selecteren tijdens het ontwerpproces is dus essentieel.

De LCA-studie werd uitgevoerd op basis van een beperkte set van gebouwelementvarianten: i.e. in totaal 115 alternatieven voor 10 elementen. Bij het uitbreiden van het aantal elementvarianten dienen deze waarnemingen en besluiten opnieuw nagegaan te worden. Het is dus zinvol om deze gevoeligheidsanalyses (al dan niet gecombineerd met Monte-Carlo-analyses) te blijven doen.

## 9 Consultatie

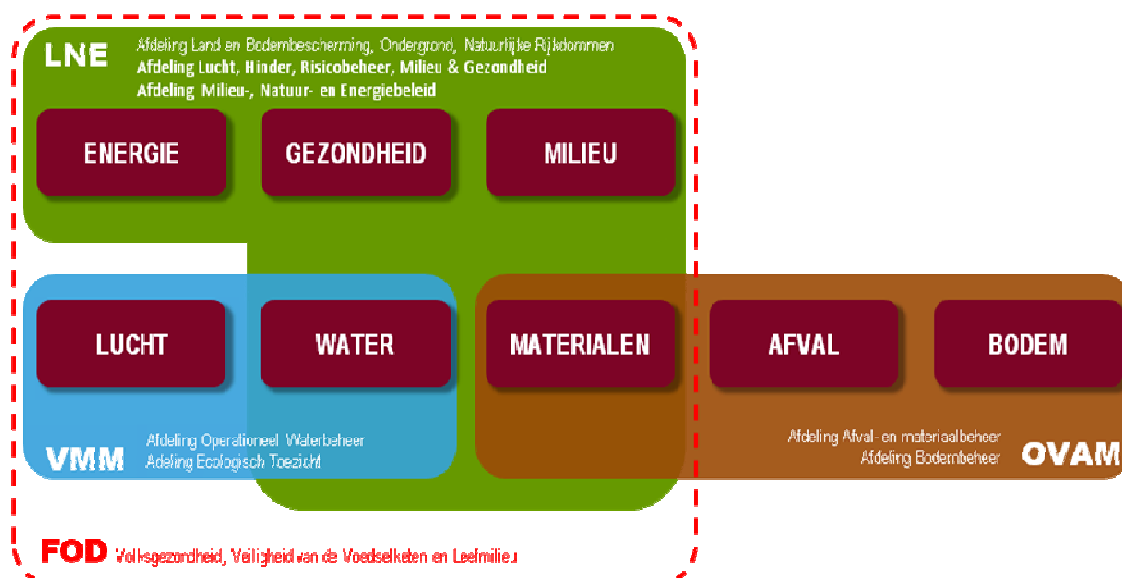
### 9.1 Consultatie beleidsmakers

Om te komen tot een gedragen milieu-impactenmethodiek was het belangrijk om aan de start van de studie met de verschillende deskundigen van overheidsinstellingen, betrokken bij het leefmilieubeleid, af te stemmen welke categorieën van milieu-impacten minstens in rekening moesten gebracht worden (tevens rekeninghoudende met de ontwikkelingen op Europees niveau). Aan de hand van een vragenlijst heeft het MMG-onderzoeksconsortium kunnen peilen naar de prioriteiten op het vlak van milieuproblematiek in de Vlaams-Belgische (bouw)context. De vragenlijst was opgebouwd uit drie blokken.

In een *eerste deel* werd er gepolst naar de beleidsdomein(en) en de hierbij gerelateerde milieuthema's.

In een *tweede en derde deel* werd er nagegaan welke milieu-impactcategorieën het meest relevant zijn in het kader van de betrokken beleidsdomeinen. Het tweede deel spitst toe op milieu-impactindicatoren die vastgelegd werden door de Europese werkgroep CEN TC 350 in het kader van duurzaamheid van gebouwen (cf. CEN indicatoren). In het derde deel werd een overzicht gegeven van bijkomende potentieel relevante milieu-impactindicatoren (cf. CEN+ indicatoren).

#### 9.1.1 Beleidsdomeinen van de ondervraagde bouwgerelateerde milieu-administraties

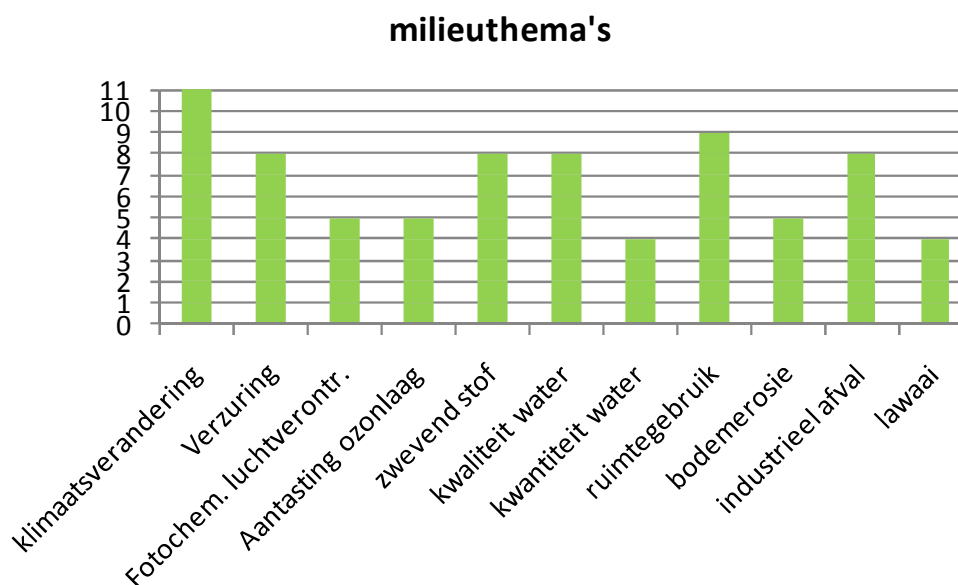


**Figuur 142:** overzicht van de beleidsdomeinen van de verschillende milieuadministraties die betrokken werden bij de bepaling van de milieu-indicatoren voor het MMG-project.

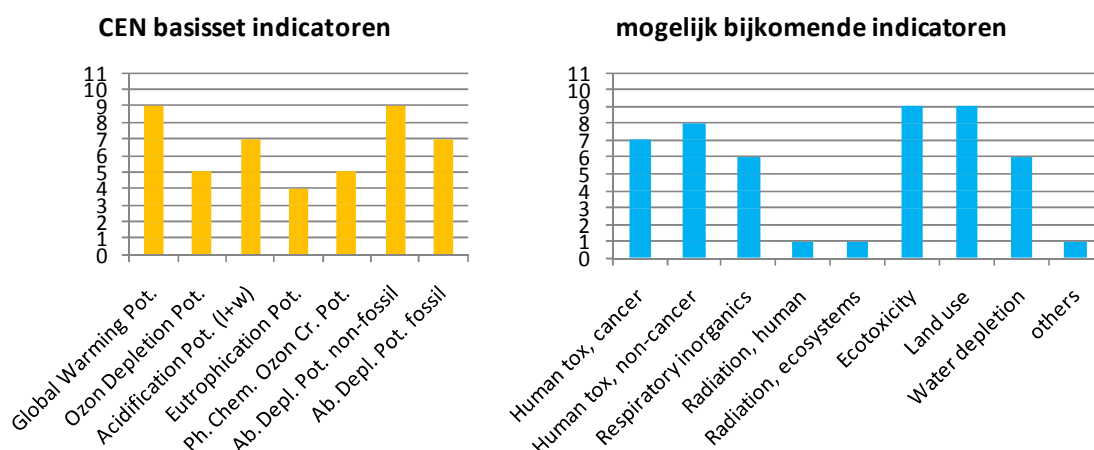
Er hebben 11 milieu-ambtenaren actief meegewerkt aan het invullen van de vragenlijsten. Van de elf deelnemers, werken er vijf voor de OVAM, drie bij verscheidene afdelingen van het departement LNE, twee voor de VMM en één persoon werkt voor de federale overheidsdienst Volksgezondheid. [Figuur 142](#) toont aan dat verscheidene milieubeleiddomeinen zoals "materialen" en "water" gedeeld worden door verschillende administraties, zowel op regionaal als federaal niveau. Hierbij wordt aangegeven dat duurzaam materiaalbeheer een complexe materie is die verscheidene beleidsinstanties overschrijdt.

### 9.1.2 Opbouw van de relatie tussen relevante milieuthema's en milieu-indactoren binnen de MMG-studie

Uit de gecummuleerde antwoorden op de vragenlijsten bleek dat alle voorgestelde milieuthema's in mindere of meerdere mate belangrijk geacht worden (zie [Figuur 143](#)). Tevens vinden de deelnemers dat alle CEN-indicatoren en bijna alle CEN+ indicatoren van voldoende belang zijn om opgenomen te worden in de MMG-bepalingsmethode (zie [Figuur 144](#)). De uitzondering hierop zijn de indicatoren "ioniserende straling op de mens" en "ioniserende straling op ecosystemen".



**Figuur 143: peiling van het belang van milieuthema's binnen het beleidsdomein**



**Figuur 144: peiling van het belang van CEN en CEN+ indicatoren binnen het beleidsdomein**

Op basis van de individuele antwoorden (en het beleidsdomein van de deelnemer) werd er getracht om een relatie te leggen tussen de aangekruiste milieuthema's en de geselecteerde CEN en CEN+ milieu-indicatoren. Dit werd tevens gebruikt om de consistentie van de antwoorden na te gaan. Al deze informatie werd vervolgens gebruikt om een gefundeerde keuze van de milieu-indicatoren binnen de bepalingmethode te maken.

## 9.2 Consultatie stakeholders<sup>93</sup>

Gezien het de wil is van de OVAM en het onderzoeksconsortium om een breed draagvlak te creëren, werden op belangrijke beslissingsmomenten tijdens het onderzoeksproject publieke consultaties gehouden met verscheidene stakeholders. Op deze overlegmomenten werden experts vanuit de bouwmaterialensector, bouwmaterialproducenten, architectenorganisaties, adviseurs in duurzaam bouwen en materiaalbeheer, alsnog experts vanuit de Vlaamse, Brusselse, Waalse en federale overheidsadministraties uitgenodigd om enerzijds hun mening en advies te geven, alsnog om hun te betrekken bij de evaluatiestappen door zelf producent- en sectorspecifieke LCI-data aan te leveren. De consultaties leidden tot heel wat algemene en specifieke vragen. In de volgende paragrafen wordt een overzicht gegeven van de algemene vragen doorheen het studietraject en de antwoorden geformuleerd door de OVAM en het onderzoeksconsortium.

### 9.2.1 Beleidsdoelstellingen inzake onderzoeksopdracht MMG

#### 9.2.1.1 Wat zijn de concrete beleidsdoeleinden mbt de in ontwikkeling zijnde methodiek MMG?

Zoals reeds opgenomen in het uitvoeringsplan<sup>94</sup> 'Milieuverantwoord materiaalgebruik en afvalbeheer in de bouw' (anno 2007) zijn er voldoende signalen en groeiend bewustzijn vanuit de internationale context om meer prestatiegericht te gaan werken in de bouw. Dit wordt niet alleen opgepikt door de traditionele koploperlanden zoals Nederland en Duitsland, het geeft een trend aan die zich elders in Europa voortzet.

Ook binnen Vlaanderen wordt al geruime tijd de vraag gesteld, zowel door architecten als particuliere bouwheren, welke milieucriteria doorslaggevend zijn inzake keuze van materialen om een gebouw op te trekken. Bij gebrek vandaag de dag aan eigen methodieken in België, beroepen architecten en bouwspecialisten zich op beschikbare tools van het buitenland, die echter niet afgestemd zijn op de bouwwijzen en scenario's van België.

Bij de beoordeling van materialen is het uiteraard belangrijk de materialen in de context van hun (technische) toepassing te beoordelen. Het vergelijken van bouwmaterialen op zich biedt geen uitkomst, het vergelijken van hun gebruik of toepassing in gebouw(element)en biedt wel rationele inzichten.

De OVAM heeft daarom het initiatief genomen om een LCA-gebaseerd expert-rekenmodel te ontwikkelen om inzicht te verwerven in de milieu-impact van materialen op gebouw(element)niveau.

Deze methodiek moet in eerste instantie inzicht geven in de omvang van de milieu-impact tijdens de diverse fasen van de levenscyclus. Milieu-impacten van materiaalgebruik kunnen optreden tijdens de productie van het bouw materiaal (winning, transport, verwerking), de bouw fase (verwerking en restafval), het gebruik en onderhoud van het gebouw (emissies, afval) en ten slotte in de afdank- of sloopfase. Deze milieueffecten kunnen zeer divers zijn.

De studieopdracht MMG is daarbij gericht op het ontwikkelen van een (eerste) output vergelijkbaar met deze van buitenlandse systemen zoals Green Guide to Specification (UK) en de NIBE-classificatie (NL), waarbij de milieu-impact van diverse types gebouwelementen wordt weergegeven op niveau van milieu-impactcategorieën en op geaggregeerd niveau in functie van 1 milieu-indicator.

Eenmaal een representatief aantal gebouwelementvarianten doorgerekend is (grootteorde 1200-1500?), zullen architecten en andere bouwspecialisten voor het eerst beschikken over informatie inzake milieuverantwoord materiaalgebruik dat afgestemd is op de Belgische bouwmarkt. Eenmaal inzicht in de bijdragen naar milieu-impact van de levensfasen van een materiaal kan ook via diverse beleidsinstrumenten meer doelgericht gewerkt worden om de milieu-impact te reduceren op basis van kwantitatieve criteria. Voor het precies vastleggen en definiëren van de aard en de omvang van mogelijke reductiemaatregelen echter is het momenteel nog veel te vroeg.

<sup>93</sup> Vragen en antwoorden werden met input van het onderzoeksconsortium opgestuurd door Roos Servaes (OVAM) in het voorjaar 2012

<sup>94</sup> Ze <http://www.ovam.be/jahia/Jahia/cache/offonce/pid/176?actionReq=actionPubDetail&fileItem=2208>

In een latere fase kunnen mogelijk de resultaten uit de MMG-methodiek in de "maatstaf duurzaam wonen en bouwen in Vlaanderen en/of in het Belgisch Referentieel" opgenomen en beleidsmatig verwerkt worden binnen het thema 'afval en materialen'.

De opdracht MMG (start maart 2011 - einde april 2012) is een eerste mijlpaal in de ontwikkeling van een kwantitatief beleidsinstrument inzake milieuverantwoord materiaalgebruik in de bouw en kan -gezien haar modulaire opbouw- verder als basis gebruikt worden om bovenvermelde doelstellingen op termijn te realiseren. Het is dus zeker geen statisch eindresultaat te noemen.

Tot slot moet benadrukt worden dat de output van een materialenmethodiek die milieugerelateerde prestaties beschouwt, steeds naast andere karakteristieken en eisen voor een gebouw gelegd dienen te worden om inzichten te bekomen. Het is dan ook de taak van een architect/bouwheer om op basis van alle vrijheidsgraden een doordachte afweging naar materiaalgebruik te maken.

#### **9.2.1.2 Waarom wordt in de huidige opdracht MMG ook gekozen om extra milieu-impactcategorieën (naast de CEN EN 15804-indicatoren) in rekening te brengen?**

Zoals ook in het uitvoeringsplan 'Milieuverantwoord materiaalgebruik en afvalbeheer in de bouw' vermeld, bestaat (op langere termijn) bij uitbreiding van de materiaalmethodiek tot op gebouwniveau, ook de mogelijkheid om doelvoorschriften op te leggen op gebouwniveau. Op deze manier kan – analoog aan de energieprestatie van gebouwen- een minimumprestatie inzake duurzaam materiaalgebruik in de bouwsector gerealiseerd worden.

Om te komen tot een algemeen maatschappelijk gedragen methodiek werden de Vlaamse overheidsinstellingen betrokken bij het leefmilieubeleid en de FOD Volksgezondheid, bevestigd met betrekking tot welke milieubeleidsapsecten relevant zijn voor Vlaanderen/België en welke milieu-impactindicatoren de overheid minstens in rekening wil brengen.

Op basis van deze bevestiging bleek dat de CEN-categorieën alleen zeker niet alle relevante domeinen bestrijken en dat er ook nood is aan inzicht in de impact voor andere milieu-indicatoren.

Gezien het om een eerste verkennende onderzoeksoopdracht gaat, was het voor de overheid wenselijk enerzijds de haalbaarheid voor de berekening van aanvullende indicatoren (CEN+) te bekijken. Anderzijds was het ook interessant en leervol om na te gaan welke resultaten op basis van aanvullende indicatoren (CEN+) worden bekomen, om vast te stellen of deze impactcategorieën in verhouding minder relevant zijn of juist niet. Ingeval het haalbaar blijkt om deze categorieën conform wetenschappelijk gefundeerde methodes correct door te rekenen en de relevantie van CEN+categorieën groot blijkt, lijkt het voor de Vlaamse overheid ondoordacht en niet in het minst weinig duurzaam om deze in de toekomst niet mee in rekening te brengen.

Volgende milieu-impactcategorieën werden meegenomen in de materiaalmethodiek:

- broeikaseffect/klimaatverandering
- aantasting van de stratosferische ozonlaag
- verzuring van land en waterbronnen
- vermesting (eutrofiëring)
- fotochemische luchtverontreiniging (lage ozon, zomersmog)
- uitputting van niet-fossiele grondstoffen
- uitputting van fossiele grondstoffen
- menselijke toxiciteit (kanker- en niet kankereffecten)
- fijn stof impact op gezondheid
- ioniserende stralingseffecten op de mens
- ecotoxiciteit (land, zoetwater en marien)
- landgebruik (bezetting)
- landgebruik (omvorming)
- waterschaarste

Wij verwijzen voor meer informatie naar het document 'MMG-Bepalingsmethode' en het achtergrondrapport 'Monetarisatie van impactcategorieën'.

De CEN-scores conform de Europese norm opgenomen worden in italic weergegeven in bovenstaande opsomming.

#### **9.2.1.3 Waarom wordt in de huidige opdracht MMG gekozen om tevens een geaggregeerde score te berekenen van milieu-impactcategorieën?**

Zoals ook in het uitvoeringsplan 'Milieuverantwoord materiaalgebruik en afvalbeheer in de bouw' vermeld, bestaat (op langere termijn) bij uitbreiding van de materiaalmethodiek tot op gebouwniveau, ook de mogelijkheid om doelvoorschriften op te leggen op gebouwniveau. Op deze manier kan – analoog aan de energieprestatie van gebouwen – een minimumprestatie inzake duurzaam materiaalgebruik in de bouwsector gerealiseerd worden.

Een keuze maken tussen varianten van gebouwelementen op basis van verschillende individuele scores per milieu-indicator is praktisch niet haalbaar (gezien het grote aantal milieu-indicatoren) en gebeurt veelal op basis van een één-getal-score.

Gezien het om een eerste verkennende onderzoeksopdracht gaat, was het aangewezen de haalbaarheid en de resultaten op basis van een één-getalscore te laten onderzoeken. Alle aanvullingen daartoe worden transparant en wetenschappelijk onderbouwd.

#### **9.2.1.4 Hoe kan rekening gehouden worden met alle varianten en typische bouwwijzen die België eigen is?**

Er werd vertrokken van een open databank waarbij in het huidige voorliggende onderzoek (MMG) voornamelijk op de bepalingmethode is gefocust, eerder dan op de hoeveelheid aan elementvarianten. Doelstelling vanuit de overheid is te blijven werken met een open databank waaraan steeds nog specifieke varianten kunnen worden toegevoegd.

Gezien de grote verscheidenheid aan scenario's moet met aannames of gemiddelden worden gewerkt; belangrijk is dat deze aannames met de nodige frequentie steeds opnieuw afgetoetst worden aan de praktijk enerzijds. Voor een aantal “aannames” anderzijds wordt ook beroep gedaan op gevoeligheidsanalyse om het belang van eventuele variaties te onderzoeken. Deze analyse moet uitmaken of deze variaties al dan niet een belangrijke rol spelen en verder in detail uitgewerkt worden in volgende fasen.

Bij afronding van de eerste onderzoeksopdracht zullen een 115 elementvarianten doorgerekend zijn; op termijn wordt gestreefd naar 1200 à 1500 elementvarianten om in lijn te blijven met de evoluties en de grote variaties op de Belgische bouwmarkt.

#### **9.2.1.5 Hoe wordt rekening gehouden met toekomstige evoluties in bouwwijzen en -varianten?**

Binnen het huidig model wordt vertrokken van de huidige en gekende situatie en worden elementen en verwerkte materialen vervangen door dezelfde. Het is een te grote uitdaging voor deze eerste studie om evolutiescenario's per element en/of verwerkt materiaal uit te schrijven. Dit wordt echter meegenomen als aandachtspunt voor een eventueel vervolgproject.

#### **9.2.1.6 Wat is de status van het prototype MMG expert-rekenmodel?**

Voor opmaak van het model werd rekening gehouden met de vandaag de dag en beschikbare wetenschappelijke data en uo-to-date methodieken. Aspecten die door input van externen tijdens het eerste onderzoek niet meer konden worden geïntegreerd owv beperkte tijd en middelen worden in het eindrapport bij de het prototype model MMG opgelijst.

De bepalingmethode anno april 2012 is een prototype dat in een vervolgproject verder zal verfijnd moeten worden op basis van nieuwe kennis en ontwikkeling. De eerste output kan nog niet aangewend worden om gebouwelementenvarianten volwaardig te vergelijken gezien het beperkt aantal varianten (115), maar heeft als doel om de mogelijkheden en potentieel van het rekenmodel ten volle te kunnen aantonen en de bespreekbaarheid hiervan te vergroten met andere geïnteresseerde partijen uit privé en overheid.

#### **9.2.1.7 Is er afstemming tussen het MMG expert-rekenmodel en het opzetten van een EPD-databank op federaal niveau?**

De ontwikkeling van de MMG-materialenmethodiek en de EPD-databank zal maximaal op mekaar aansluiten door een coherente afstemming tussen gewestelijk en federaal niveau.



De EPD-databank van FOD heeft de ambitie om de CEN+ categorieën mee te laten opnemen en sluit aldus in dat opzicht perfect aan bij het expertrekenmodel MMG van de OVAM.

In de toekomst zullen EPD's uit deze databank mogelijk gebruikt kunnen worden voor een (nog te ontwikkelen) in de praktijk werkende tool voor architecten.

#### **9.2.1.8 Welk traject wordt voorzien door de OVAM na afloop van de studie?**

OVAM zal in de loop van 2012 bilaterale gesprekken aangaan met geïnteresseerde organisaties (privé en overheid) om te bekijken welke doorontwikkeling aan het model kan gegeven worden ten einde het in de toekomst als een volwaardig instrument ten dienste te stellen van bouwsector en overheid. Concrete trajecten daarbij zijn ondermeer:

- verdere verfijning van de bepalingsmethode obv opmerkingen tijdens het eerste onderzoek die nog niet konden worden geïntegreerd oww beperkte tijd en middelen
- uitbreiding van het aantal elementvarianten ivf typologieën en materiaalcombinaties (van 115 naar grootteorde 1200-1500?)
- frequente update van de datarecords en bepalingsmethode
- uitbreiding van de methode van gebouwelementniveau naar gebouwniveau
- ontwikkeling van gebruiksvriendelijke software om zelf materialen en gebouwelementen toe te voegen om door te laten rekenen.

### **9.2.2 Monetarisatie**

#### **9.2.2.1 Waarom werd gekozen voor monetarisatie als methode om gewichtsfactoren toe te kennen per milieu-impactcategorie?**

Monetarisatie wordt beschouwd als één van de meest objectieve benaderingen om verschillende milieu-indicatoren te aggregeren.

Deze methode is gebaseerd op de concepten van “vermijden”, “compenseren” of “willingness-to-pay” en gesteund op brede enquêtes in plaats van de vaak subjectieve weging door een beperkt panel van experts. Het vinden van een wetenschappelijk onderbouwde monetarisatiefactor hangt van de gekozen impactmethode en de bijhorende eenheid waarmee de impact wordt uitgedrukt. Het monetariseren wordt transparant uitgelegd in de bijlage van de bepalingsmethode.

#### **9.2.2.2 Waarom werd gekozen voor een geaggregeerde score?**

zie antwoord bij vraag [9.2.1.3](#)

Monetarisatie als methodiek voor een geaggregeerde score is vandaag de dag te beschouwen als 1 van de meest objectieve benaderingen om verschillende milieu-indicatoren te aggregeren. Deze methode is gebaseerd op de concepten van “vermijden”, “compenseren” of “willingness-to-pay” en steunt op brede enquêtes in plaats van de vaak subjectieve weging door een beperkt panel van experts.

#### **9.2.2.3 Welke milieu-impactcategorieën werden meegenomen in de monetarisatie-oefening en waarom?**

Naast de weergave van de individuele CEN-scores, werd omwille van beleidsrelevantie beslist om in deze studie verder te gaan door:

- ook de individuele scores weer te geven van andere milieu-indicatoren die niet opgenomen worden door de Europese normen (i.e. CEN+ scores), mits mogelijkheid tot wetenschappelijke onderbouw.
- een geaggregeerde score (opgedeeld in CEN, CEN+ en de som van beide) om beslissingen toe te laten.

Voor ieder gebouwelementvariant kan derhalve de impact van iedere bovenvermelde milieu-indicator worden berekend, maar ook de gesommeerde impact voor zowel enkel CEN-indicatoren, enkel CEN+-indicatoren of voor de totale impact (CEN en CEN+).

#### **9.2.2.4 Hoe gebeurde de toekenning van de gewichtsfactoren per milieu-impactcategorie?**

De toekenning van gewichtsfactoren per milieu-impactcategorie gebeurde via monetaarisatie. Voor meer info zie vraag [9.2.2.1](#).

#### **9.2.2.5 Voor het monetaariseren van “uitputting van niet-fossiele grondstoffen” werd de eenheid '€/Fe eq' gebruikt en niet '€/Sb eq' zoals het gedeclareerd volgens CEN TC 350? Wat is hiertoe de reden?**

Het vinden van een wetenschappelijk onderbouwde monetaarisatiefactor hangt van de gekozen impactmethode en de bijhorende eenheid waarmee de impact wordt uitgedrukt. Om dubbeltellingen en lacunes in de levenscyclusimpactanalyse te vermijden werd er gekozen om voor alle indicatoren beroep te doen op de (nieuwe) ReCiPe-methodes, die in het algemeen het meest up-to-date zijn (vergeleken met andere LCIA-methodes op de markt) en ondersteund wordt door het ILCD-handboek.

Voor sommige milieu-indicatoren was het daarom noodzakelijk om een andere impactmethode te gebruiken, dan gedeclareerd volgens CEN TC 350. Zo worden bijvoorbeeld de impacten voor de indicator “uitputting van niet-fossiele grondstoffen” gemonetariseerd op basis van kg Fe eq. (conform de ReCiPe midpointmethode) en niet op basis van kg Sb (antimoon) eqv., een vrij ongekende materiaal, waarvan de waarde moeilijk in te schatten is. Het monetaariseren wordt transparant uitgelegd in het document 'MMG-Bepalingsmethode' en het achtergrondrapport 'Monetaarisatie van impactcategorieën'.

Dit onderzoek is een verkennend onderzoek naar mogelijkheden tot monetaarisatie geweest; het is echter belangrijk erop te wijzen dat monetaarisatie slechts 1 van de eindresultaten is van het MMG-onderzoek. Er is immers ook de mogelijkheid om op basis van het onderzoek enkel de indicatoren zonder monetaarisatie te zien. Uiteraard trachten we ernaar te streven om conform CEN TC 350 te werken en zullen we in de toekomst bekijken welke oplossingen mogelijk zijn om deze maximale afstemming te kunnen behouden.

### **9.2.3 Methodiek/Bepalingsmethode**

#### **9.2.3.1 Waarom worden slechts een beperkt aantal typologieën uitgewerkt?**

In het onderzoek MMG wordt voornamelijk gefocust op de bepalingmethode (expert-rekenmodel) eerder dan op de uitwerking van diverse typologieën. Doelstelling is om -eenmaal de bepalingmethode geconsolideerd wordt- op termijn heel wat meer Belgische typologieën en elementvarianten in kaart te brengen en door te rekenen.

In het huidige onderzoek werden voor 8 verschillende gebouwelementen (binnenmuur, buitenmuur, dak, vloer, tussenvloer, ...) telkens een 10 à 15-tal varianten uitgewerkt. Dit resulteert in een eerste output van een 115 elementvarianten.

#### **9.2.3.2 Waarom wordt in dit onderzoek de analys en methodiek beperkt tot op gebouwelementniveau?**

De analyse gebeurt best op gebouwniveau (of nog hoger), met inbegrip van uitstralingseffecten naar andere elementen. Deze onderzoeksopdracht MMG is een eerste stap en vormt een basis voor verdere uitbreiding naar gebouwniveau.

Dit onderzoek is een verkennend onderzoek om eerste inzichten te genereren over de materiaalgebonden milieu-impact van een aantal gebouwelementvarianten. Toch wordt voor de belangrijke energieverliezen door transmissie reeds een zo nauwkeurig mogelijke schatting gemaakt (via de equivalente graaddagen methode). Indien dit niet zou gebeuren zou het aanbrengen van isolatie omwille van de methode steeds negatief zijn voor het milieu (wel inrekenen van milieueffecten bij productie, maar niet inrekenen van de milieuvoordelen tijdens het gebruik).

#### **9.2.3.3 Hoe wordt omgegaan met het aspect 'Carbon sink'?**

“Credits” toekennen omdat hout en ook kunststof CO2 opslaat is momenteel niet bij CEN-indicatoren opgenomen noch bij de CEN+-indicatoren.

Dit is een verder te analyseren effect, dat (voorlopig) nog niet operationeel kan meegenomen worden, maar voor verdere analyse meegenomen wordt in een vervolgstudie.

#### **9.2.3.4 Waarom wordt het model een expert-rekenmodel genoemd?**

Een expert-model in deze context betekent dat alle achterliggende data transparant mee in het rekenblad worden opgenomen, zonder op geaggregeerd niveau te werken, i.e. productie, transport naar werf, gebruiksfase, transport naar End Of Life (EOL), en EOL. Het modulair en transparant opgebouwde model biedt de mogelijkheid om telkens nieuwe datarecords toe te voegen en doorrekeningen te maken. Dergelijk niet-geaggregeerd expert-rekenmodel is niet werkbaar voor een leek, maar vereist heel wat achtergrondkennis mbt opbouw databank, rekenbladen en invoer data. Zijn specifieke opbouw maakt het wel mogelijk in de toekomst op basis hiervan nieuwe ontwikkelingen te doen bv. software ontwikkelen op maat van een type doelgroep (architecten, bouwheer, overheid, ...).

#### **9.2.3.5 Welke functionele eenheid wordt gebruikt?**

Het hierbij ontwikkelde expert-rekenmodel en de bijhorende evaluatietool zijn in eerste instantie bedoeld voor een evaluatie op **elementniveau**<sup>95</sup>. De functionele eenheid is dus 1m<sup>2</sup> van een element (bv. 1m<sup>2</sup> buiten- of binnenwand, 1m<sup>2</sup> vloer,...) dat in de praktijk gebouwd wordt. Het voordeel hiervan is dat dit toelaat zich te concentreren op één of meerdere elementen zonder een volledig gebouw te moeten ontwerpen. Een nadeel van enkel op elementniveau te werken is dat bepaalde keuzes voor één element soms invloed hebben op andere elementen (bv. bredere fundering indien dikkere isolatie in de spouw) en dit enkel op gebouwniveau geanalyseerd kan worden. Daarenboven komt, afhankelijk van de gebouwlay-out, een element meer of minder voor per m<sup>2</sup> vloer (bijvoorbeeld m<sup>2</sup> dak voor appartement of bungalow). De elementmethode moet echter als een eerste stap gezien worden naar een mogelijk latere uitbreiding op gebouwniveau.

De uiteindelijke vergelijking per functionele eenheid moet ook gebaseerd zijn op de technische prestaties van het gebouw(element) en moet dus o.a. de energetische en akoestische prestaties bevatten. Het hoofddoel van deze studie is echter de materiaalgerelateerde milieu-impact van verschillende gangbare technische oplossingen te kunnen vergelijken. Bijgevolg zijn dergelijke prestaties niet opgenomen in de definitie van de functionele eenheid. Om over de energetische prestaties de varianten toch op een gelijkwaardige voet te kunnen vergelijken (en dus te voorkomen dat de minder geïsoleerde varianten een gunstiger materiaalgebonden milieuprofiel zouden hebben), wordt de invloed op het energieverbruik voor verwarming wel apart begroot aan de hand van de equivalente graaddagen methode.

#### **9.2.3.6 Hoe kunnen gebouwelementen vergeleken worden naar materiaalimpact zonder oog te hebben voor energieverliezen?**

Voor de belangrijke energieverliezen door transmissie werd reeds een zo nauwkeurig mogelijke schatting gemaakt (via equivalente graaddagen methode) voor de doorgerkende gebouwelementvarianten. Indien dit niet zou gebeuren zou het aanbrengen van isolatie omwille van de methode steeds negatief zijn voor het milieu (wel inrekenen van milieueffecten bij productie, maar niet inrekenen van de milieuvoordelen tijdens het gebruik).

#### **9.2.3.7 Voor welke parameters wordt een sensitiviteitsanalyse uitgevoerd om na te gaan of het model voldoende robuust is?**

Voor volgende parameters wordt een sensitiviteitsanalyse uitgevoerd binnen de onderzoekopdracht MMG: End of Life, transportscenario's, bouwafval op de werf, levensduur, monetarisatie.

---

95 Element = onderdeel van een gebouw, bv. wand, dak of buitenmuur. Er wordt rekening gehouden met de volledige levenscyclus van dit element in zijn toepassing in het gebouw.

## 9.2.4 Data

### 9.2.4.1 Welk type data zijn nodig voor het doorrekenen van materialen in gebouwelementvarianten?

Voor het doorrekenen van data van een bouw materiaal wordt gebruik gemaakt van data per individuele milieu-impactcategorie, die ter beschikking gesteld kunnen worden via een EPD (Environmental Product Declaration). Er wordt verwezen naar vraag 9.2.2.3 om een overzicht te bekomen mbt welke impactcategorieën in de methodiek worden doorgerekend.

De individuele LCA-resultaten voor de CEN-indicatoren zijn volledig conform EN 15804. Binnen de onderzoeksopdracht werden ook aanvullende indicatoren (CEN+) opgenomen om hun relevantie te onderzoeken.

### 9.2.4.2 Wat is de oorsprong van de data voor het doorrekenen van de gebouwelementvarianten?

Als generieke LCI-databank werd doelbewust de ecoinvent 2.2-databank gebruikt, die voor transport en energiemix geharmoniseerd werd naar de Belgische context, daar waar nodig. De ecoinvent-databank is momenteel de meest uitgebreide databank op de markt (i.e. meer dan 4000 industriële processen).

### 9.2.4.3 Waarom werden producenten gevraagd tijdens de onderzoeksopdracht MMG om LCI-data aan te leveren mbt hun bouwproducten?

Om nog meer de Belgische realiteit te benaderen, zou het aangewezen zijn om specifieke data (obv Belgische sectorgemiddelden of op basis van groeperingen van of individuele bedrijven) door te rekenen in plaats van de generieke data uit de Eco-inventdatabank. Daarom werd tijdens het onderzoek een oproep gedaan naar de bouwsector om LCI-gegevens door te geven. De LCI-bevraging heeft tot doel om meer accurate LCI-data te bekomen voor sommige producten, maar is ook een kans voor bouw materiaalproducenten om vertrouwd te geraken met de methodiek.

Het regelmatig checken of de data up-to-date is, is belangrijk, maar valt buiten de doelstellingen van deze beperkte opdracht. Dit wordt zeker meegenomen als aandachtspunt voor een eventueel vervolgoopdracht.

### 9.2.4.4 Waarom zijn EPD's (Environmental Product Declarations) niet voldoende als input in de materialenmethodiek MMG?

Via de EPD's opgemaakt op basis van CEN, wordt enkel gecommuniceerd over de CEN-indicatoren. Op basis hiervan kunnen geen bijkomende (zogenoemde CEN+) indicatoren berekend worden. Met behulp van de achterliggende LCI data, kunnen wel extra indicatoren (CEN+) worden berekend.

### 9.2.4.5 Welke aanpassingen/wijzigingen ondergingen de data uit de Ecoinvent-databank vooraleer ze worden doorgerekend in de materialenmethodiek MMG?

In de huidige fase van het project werd gewerkt met generieke data afkomstig uit de Ecoinvent-databank. De Ecoinvent-databank is momenteel de meest uitgebreide databank op de markt (i.e. meer dan 4000 industriële processen). Gezien de methodiek bestemd is voor de Vlaamse/Belgische markt werden al wel aanpassingen aan de data gedaan opdat ze meer waarheidsgetrouw de Vlaamse/Belgische situatie kunnen benaderen. Aanpassingen gebeurde bij:

- transportafstanden indien relevant (bv. om onderscheid te kunnen maken tussen blauwe hardsteen uit Wallonië en uit China)
- de energiemix (Europese vs Belgische vs andere landen)

Om nog meer de Belgische realiteit te benaderen, zou het aangewezen zijn om specifieke data (obv Belgische sectorgemiddelden of op basis van groeperingen van of individuele bedrijven) door te rekenen. Daarom werd tijdens het onderzoek een oproep gedaan naar de bouwsector om LCI-gegevens door te geven. De LCI-bevraging heeft tot doel om meer accurate LCI-data te

bekomen voor sommige producten, maar is ook een kans voor bouw materiaalproducenten om vertrouwd te geraken met de methodiek.

#### **9.2.4.6 Hoe wordt omgegaan met vertrouwelijke datarecords, nl. LCI-data?**

De opgemaakte database bevat GEEN LCI-data. De database bevat enkel de CEN en CEN+ indicatoren en de gemonetariseerde waarden. Voor de LCI-data maakt opdrachtnemer VITO met een aantal bedrijven en sectorfederaties een vertrouwelijkheidsovereenkomst op. De LCI data worden aldus niet publiek bekend gemaakt en VITO gebruikt deze enkel in het kader van dit onderzoeksproject MMG voor de berekening van de CEN en CEN + indicatoren en de gemonetariseerde waarden.

### **9.2.5 MMG-databank**

#### **9.2.5.1 Wie is eigenaar van de MMG-databank?**

De CEN-, CEN+-indicatoren en de gemonetariseerde ééngetal scores van de materialen werden berekend voor 8 vlakke elementvarianten te maken (10 à 20 per element volgens afspraak) op basis van data uit de Eco-inventdatabank en zijn momenteel eigendom van de OVAM.

Voor 10 materialen en 10 verwerkte materialen zijn de gedocumenteerde resultaten tevens eigendom van OVAM en opgenomen in het eindrapport van het onderzoek MMG.

Het projectteam MMG (VITO, WTCB, KUL/ASRO) maakt verslag op mbt hoe heel de databank is opgebouwd. Ook dit verslag zal de OVAM publiceren.

De gebruikte interne databank (obv Ecoinvent) kan niet doorgegeven worden owv vertrouwelijkheid van de database en eigendomsrechten van de database.

In het huidige stadium blijven de berekende resultaten eigendom van de OVAM. In de loop van 2012 zal op basis van verkennende gesprekken met potentiële partners in overheid en privé meer inzicht verkregen worden op een definitieve (samen)werkvorm rond de materialenmethodiek. Op basis daarvan kan mogelijk het eigenaarschap mbt de database uitgebreid worden.

#### **9.2.5.2 Voor wie is de MMG-databank toegankelijk?**

Momenteel is de database enkel toegankelijk voor enkele OVAM-medewerkers.

De output, zijnde 115 doorgerekende elementvarianten met weergave van de impact per milieu-indicator zal wel via een publicatie in 2012 verspreid worden naar geïnteresseerden om aan te tonen wat het potentieel van de methodiek is. In de loop van 2012 moet op basis van contacten met andere stakeholders verder uitkristalliseren wie mee aan de opbouw van de MMG methodiek database zal werken en wie in functie daarvan rechtstreeks toegang nodig heeft tot de database.

# 10 Conclusies en aanbevelingen

## 1.1 Algemene besluiten

Deze studie heeft geleid tot enerzijds het ontwikkelen van een expert-rekenmodel voor de OVAM en anderzijds tot de opbouw van een beperkte (digitale) milieuprofielendatabank voor 115 gebouwelementvarianten, die representatief zijn voor de Vlaams-Belgische bouwpraktijk. Voor de OVAM werd een beperkte evaluatietool ontwikkeld die toegang geeft tot de (gedetailleerde) milieuprofielen van de verschillende elementvarianten. Via het gebruik van dit instrument kan de OVAM zelf beter inzicht krijgen in de milieu-impacten van gebouwelementen, waardoor het beleid rond duurzaam materiaalbeheer in de bouwsector beter gestuurd kan worden. Aan de basis van beide instrumenten ligt de MMG-bepalingsmethode, opgesteld in [Hoofdstuk 2](#). Via een integrale benadering en de modulaire opbouw van de bepalingmethode en het rekenmodel kan de milieu-informatie voor verscheidene doeleinden gebruikt worden:

- Enerzijds om een gedetailleerd inzicht te krijgen in het milieuprofiel van (een beperkte set van) materialen, verwerkte materialen en gebouwelementen door het gebruik van 18 individuele milieuscores en rekening houdend met alle levenscyclusfases.
- Anderzijds om de milieuprofielen van verschillende gebouwelementvarianten te vergelijken - ook al hebben ze andere (technische) prestaties - door het gebruik van 16 gemonetariseerde en/of 3 geaggregeerde milieuscores (CEN, CEN+ en totaal).

Aanvullend bood de achterliggende studie de mogelijkheid om enkele onzekere levenscyclusparameters en -scenario's, zoals de levensduur van een gebouw en het gekozen transportscenario van bouwgerelateerde goederen naar de werf, te laten variëren. Deze studie heeft dan ook de basis gelegd voor een - verder te ontwikkelen - dynamische databank van milieuprofielen in de plaats van een statische classificatie van milieuprofielen waarbij alle parameters en scenario's vastgelegd worden. Een dergelijke bron van milieu-informatie kan voor interne (beleids)doeleinden gebruikt worden, maar kan ook extern gecommuniceerd worden naar verschillende doelgroepen, zoals ontwerpers, aannemers en bouwheren.

De huidige versie van de MMG-bepalingsmethode zou niet tot stand gekomen zijn zonder de input van een representatieve stakeholdergroep. Op verscheidene publieke consultatiemomenten werden experts vanuit de bouwmaterialensector, bouw materiaalproducenten, architectenorganisaties, adviseurs in duurzaam bouwen en materiaalbeheer, alsnog experts vanuit de Vlaamse, Brusselse, Waalse en federale overheidsadministraties uitgenodigd om enerzijds hun mening en advies te geven en anderzijds hen te betrekken bij de evaluatiestappen door zelf producent- en sectorspecifieke LCI-data aan te leveren. Deze samenwerking was veelal vruchtgevend. Zo verkregen de meewerkende producenten en sectororganisaties op basis van de geleverde LCI-data een beter inzicht in de milieu-impacten van hun product(en).

## 1.2 Aanbevelingen

### 1.2.1 Verder onderzoek

Zoals reeds opgenomen in het inleidend hoofdstuk is het opleveren van een expert-rekenmodel, een beperkte milieuprofielendatabank van gebouwelementen en de bijhorende evaluatietool slechts een eerste transitiestap naar een duurzaam materiaalbeheer binnen de Vlaams-Belgische bouwpraktijk, i.e. het leveren van transparante en objectieve milieu-informatie inzake de huidige bouwoplossingen. In de (nabije) toekomst zullen deze instrumenten uitgebreid moeten worden naar een breed publiek (en overheid) met een beperkte of geavanceerde kennis inzake duurzaam bouwen. Samen met een solide en gedragen duurzaamheidsvisie zal dit de basis leggen van kleine en grote (bouw-)experimenten die uiteindelijk zullen leiden tot een effectief duurzame bouw materiaalpraktijk en een duurzaam beleid. Hieronder wordt een meerstappenplan voorgesteld op basis van de volgende krachtlijnen:

- het (blijvend) actualiseren en uitbreiden van de bestaande data,
- het (blijvend) actualiseren en verfijnen van de bepalingmethode,
- het doeltreffend communiceren van milieuprofielen aan een breed/specifiek publiek,

- het verder uitbreiden van het rekenmodel en de evaluatietool naar hogere schaalniveaus, zoals gebouwen en wijken,
- het professioneel beheren van en toegang verschaffen tot milieudata.

#### 1.2.1.1 Actualisatie en uitbreiding van bestaande data

De opgestelde databanken bestaan uit 129 materialen, die gecombineerd werden tot 267 verwerkte materialen, die op hun beurt geleid hebben tot 115 gebouwelementvarianten. Nieuwe verwerkte materialen kunnen aangemaakt worden door enerzijds de aanwezige materialen in de databank te hercombineren en anderzijds door nieuwe materialen toe te voegen. Eenzelfde werkwijze kan gevolgd worden voor het aanmaken van nieuwe elementvarianten. Toevoeging van nieuwe (verwerkte) materialen kan bijvoorbeeld op basis van het opnemen van een uitgebreide(re) (geharmoniseerde) databank van generieke LCI-data en/of door het integreren van producent- en sectorspecifieke LCI-data. Om praktijkgerelateerde gebouwelementvarianten te bekomen, wordt er streng aanbevolen om de combinaties van (verwerkte) materialen te laten uitvoeren door een bouwdeskundige en indien mogelijk in overleg met de betrokken bouwproducenten of sectororganisaties.

Cradle-to-gate-processen van (verwerkte) materialen - waaronder de productie van materialen en de opbouw tot verwerkte materialen - blijven evolueren. Dit leidt tot veranderende milieu-impacten gerelateerd aan deze processen. Het voortdurend actualiseren van de milieudatabank neemt dan ook tijd in beslag. Er moet onderzocht worden of dit steeds manueel dient te gebeuren of geautomatiseerd kan worden door afspraken te maken met de leveranciers van de LCI-data en/of de LCA-software.

#### 1.2.1.2 Actualisatie en verfijning van de bepalingmethode

Niet alleen de cradle-to-gate-processen dienen regelmatig geactualiseerd te worden, maar ook de scenario's en levenscyclusparameters aangaande de levensduur van gebouwen, vervangingsfrequenties van gebouwelementen en verwerkte materialen, de verwerking van bouw- en sloopafval en het transport van fabriek tot werf en van site tot sortering- of verwerkingssite zullen regelmatig bijgewerkt moeten worden. Bijzondere aandacht dient geschonken te worden aan het definiëren van afbraakscenario's per materiaal- en afvalcategorie, omwille van het belang ervan bij potentiële impacten ten aanzien van "fijnstofvorming". Tevens dient uitgezocht te worden of Belgische stortplaatsen al dan niet herbestemd worden tot natuurgebied, omwille van het belang ervan op de indicator "natuurlijke landomvorming".

Ook de Europese normatieve randvoorwaarden (bijvoorbeeld opgesteld door CEN TC 350) en Europese aanbevelingen (bijvoorbeeld opgesteld door JRC) op het vlak van de keuze van milieu-indicatoren en impactmethodes dienen op de voet gevolgd te worden. Spijtig genoeg komen de normatieve keuzes voor de indicatoren en impactmethodes binnen EN15804 (CEN 2012) niet overeen met de aanbevelingen door JRC (2011). Gezien de groeiende inzichten in milieu- en gezondheidsmodelleringen en de ontwikkeling van nieuwe impactmethodes, zal de levenscyclus-effectenbeoordeling binnen de MMG-bepalingmethode (zie paragraaf 2.5) op regelmatige basis geactualiseerd moeten worden. Indien EPDs opgenomen worden in de MMG-databanken, zal gewaakt moeten worden of deze milieuverklaringen in lijn zijn met de (laatste) ontwikkelingen binnen de MMG-bepalingmethode. Hiermee rekeninghoudend zal een goede balans gevonden moeten worden tussen het kiezen van de impactmethodes (conform JRC of CEN) en de bruikbaarheid van EPDs.

Verder onderzoek zal uitgevoerd moeten worden om betrouwbare en coherente monetarisatiefactoren te bepalen per milieu-indicator. Tijdens het onderzoek is gebleken dat het belang van bepaalde indicatoren verschilt per regio. Zo genieten de potentiële impacten ten aanzien van "fijnstofvorming" op de menselijke gezondheid en de potentiële impacten van "vermesting" op ecosystemen in Vlaanderen/België een groter belang dan in onze omliggende landen/Europa. Dit uitte zich in grotere monetarisatiewaarden dan in de Europese literatuur. De meeste bouwproducten zijn echter afkomstig van andere (Europese) landen/regio's met een andere bevolkingsdichtheid, ruimtelijke context en (milieu)belangen. De huidige monetarisatiefactoren houden hier geen rekening mee. Idealiter zullen nieuwe monetarisatiefactoren opgesteld moeten worden, die rekening houden met deze regionale verschillen. Dit vergroot echter de complexiteit van de bepaling van de milieuprofielen, gezien de locatie van ieder proces binnen de gegeven LCI-data meegenomen dient te worden om de



gemonetariseerde milieu-impacten te kunnen bepalen. Als alternatief wordt voorgesteld om pragmatische sets van monetarisatiefactoren op te bouwen die de regionale verschillen overstijgen, bijvoorbeeld een (West-)Europese set en een Wereldset. De eerstgenoemde is representatief voor de meeste bouwgerelateerde processen (zoals productie, transport en energiewinning). De laatstgenoemde is typerend voor de extractie van grondstoffen en een gering aantal productieprocessen, zoals de vervaardiging van geïmporteerde Aziatische blauwe hardsteen en het groeien van tropisch hardhout.

Bij de bepaling van nieuwe monetarisatiefactoren zal de literatuur zorgvuldig gescreend moeten worden. Uit deze studie is gebleken dat de huidige monetarisatiefactoren gekenmerkt worden door een groot onzekerheidsinterval. Bovendien zijn de geaggregeerde en gemonetariseerde milieuscores uiterst gevoelig aan de uiteenlopende minimum- en maximumwaarden per indicator. Om tot een betere interpretatie van de milieuprofielen (op gemonetariseerd en geaggregeerd niveau) te komen, zal een intensieve zoektocht naar representatieve, actuele en betrouwbare milieukostendata noodzakelijk zijn. Gezien de wetenschap rond de bepaling van milieukosten nog volop in evolutie is, wordt eveneens een regelmatige actualisatie van de monetarisatiefactoren aangeraden.

#### **1.2.1.3 Communicatie van milieuprofielen**

De eerdergenoemde aanbevelingen zijn voornamelijk bedoeld om de expertkennis en evaluatie-instrumenten te verbeteren. Gezien het echter de bedoeling is om op (middel)lange termijn de transitie te maken naar duurzame materiaalpraktijken en -gebruiken, dient de vergaarde milieu-informatie toegankelijk te zijn voor een breed/specifiek publiek. Een onderscheid zal gemaakt moeten worden tussen verschillende doelgroepen, zoals bouwheren/eigenaars, ontwerpers, aannemers, producenten en overheid. Voor iedere groep zal een gezond evenwicht moeten gevonden worden tussen de keuze van de milieu-indicatoren en de detailweergave van de resultaten. Meer bepaald dient voor iedere doelgroep onderzocht te worden welke set van milieu-indicatoren representatief is en welk evaluatieniveau (i.e. individueel, gemonetariseerd of geaggregeerd) de meeste ondersteuning biedt. Bijvoorbeeld beslissingsnemers, zoals architecten en bouwheren, moeten in staat zijn om op een eenvoudige (en correcte) wijze de (milieu)prestaties van verschillende bouwoplossingen tegenover elkaar af te wegen. Individuele milieuscores leiden in dit geval vaak tot verwarring en besluiteloosheid.

Beslissingen mogen echter niet louter op basis van milieuprestaties genomen worden. Ook andere aspecten, zoals de initiële financiële kosten, de financiële kosten over de gehele levenscyclus van de bouwoplossing en de technische prestaties, dienen in acht genomen te worden. Dergelijke informatie dient duidelijk gestructureerd (bijvoorbeeld aan de hand van Building Information Modelling - BIM) en eenvoudig gevisualiseerd te worden. Tevens kunnen de verschillende prestatie-eisen gebruikt worden om bouwoplossingen te optimaliseren, bijvoorbeeld op basis van financiële en milieukosten.

De overdracht van informatie zal ondersteund moeten worden door de ontwikkeling van marktconforme evaluatie-instrumenten, gericht naar verschillende doelgroepen. Er wordt in eerste instantie geijverd voor een dynamische webtool, waarbij de eindgebruiker zelf parameters en scenario's kan bepalen zonder de communicatie nodeloos te bemoeilijken. Een (statische) overzichtelijke papierversie kan nog altijd nut hebben voor generieke gevallen.

#### **1.2.1.4 Uitbreiding van het rekenmodel en de evaluatietool naar hogere schaalniveaus**

Gezien duurzaam bouwen verder gaat dan duurzaam/milieubewust materiaalbeheer, dienen ook andere duurzaamheidsaspecten meegenomen te worden in de ontwikkeling van evaluatie-instrumenten. Gebouwgerelateerde duurzaamheidsaspecten, zoals hygrothermisch, akoestisch en visueel comfort, binnenluchtkwaliteit, ruimtewarmtehuishouding met inbegrip van zonnepanelen en interne warmtewinsten, koeling, (decentrale) energieopwekking, regenwater- en afvalwaterbeheer en gebruikersgemak, kunnen niet onderzocht worden op (louter) gebouwelementniveau.

De evaluatie van duurzame bouwoplossingen op basis van dergelijke aspecten noodzaakt de uitbreiding van de bepalingsmethode en het ontwikkelde rekenmodel tot minstens het gebouwniveau. Door de verandering in functionele eenheid zullen de resultaten geschreven moeten worden op basis van de vloeroppervlakte (in m<sup>2</sup>) of het aantal gebruikers (in personen). Indien meerdere gebouwopties met een verschillende levensduur geanalyseerd worden,

moeten de resultaten gedeeld worden door de geschatte levensduur om een correcte vergelijkingsbasis te hebben.

Om de modellering van gebouwvarianten te vereenvoudigen, kunnen enkele geparametriseerde relaties gelegd worden tussen de verschillende bouwelementen. Zo kan bijvoorbeeld de breedte van de funderingen bepaald worden in functie van de dikte van de buitenwand (inclusief de variabel gemodelleerde dikte van de isolatielaag).

In deze studie werd de equivalente-graaddagen-methode gebruikt om de impact van elementvarianten van de bouwschil op het thermisch comfort te simuleren. Op gebouwniveau zal een meer compleet energiemodel opgenomen worden, dat bijvoorbeeld rekening houdt met de technische installaties, de zonnewinsten op basis van onder andere de oriëntatie van het gebouw, de interne warmtewinsten en - indien mogelijk - de functie van het gebouw<sup>96</sup>.

Evaluatie op een hoger niveau dan het gebouw, bijvoorbeeld de evaluatie van een wijk, kan in eerste instantie gebeuren door verschillende gebouwen te schakelen en het in acht nemen van infrastructuur en publieke ruimtes, zoals wegen, pleinen en parken. Naast de reeds vermeldde duurzaamheids aspecten, kunnen op dit niveau ook de mobiliteitsaspecten en de onderlinge zonafscherming van gebouwen (met effecten op verwarming en/of koeling) in de analyse meegenomen worden.

Gezien het Belgische gebouwpatrimonium een lange verwachte levensduur heeft, zal de nodige aandacht besteed moeten worden aan renovatieoplossingen (zowel op gebouw- als op straat- en wijkniveau). Belangrijk hierin is het ontwikkelen van een beslissingsmodel, waarin gepeild wordt naar de voor- en nadelen van een renovatievoorstel ten opzichte van bijvoorbeeld het slopen en de bouw van een nieuw gebouw. Zowel voor nieuwbouw- als renovatievoorstellen is de overstap van een evaluatietool (met enkel bestaande bouwoplossingen) naar een ontwerpondersteunende tool (met een groot gehalte aan mogelijke innovatie) noodzakelijk.

#### **1.2.1.5 Beheer van en toegang tot milieudata**

De uitbreiding van milieudata noodzaakt een transparant beheer. Er dient nagegaan te worden welke onafhankelijke partij(en) dit beheer op zich kan/kunnen nemen. Tevens moet onderzocht worden in welke mate en wie toegang krijgt tot de milieudata. Idealiter wordt er gestreefd naar een openbare en gratis toegang tot de verschillende databanken. Mogelijks zal een beperkte toelage gevraagd worden (aan iedereen die zich inschrijft en/of aan beroepsverenigingen) om het beheer (inclusief de regelmatige actualisatie van de milieudata) in stand te houden.

Sector- en producenten specifieke LCI-data en EPDs zullen gecontroleerd moeten worden op volledigheid, betrouwbaarheid en conformiteit. Indien EPDs aangeleverd worden, zal nagegaan moeten worden of de aangeleverde milieudata in lijn zijn met de MMG-bepalingsmethode. De huidige en toekomstige initiatieven van de Federale Overheidsdienst Volksgezondheid om een Belgische EPD-databank op te richten, kunnen hiertoe bijdragen - op voorwaarde dat er een overeenkomst is met de MMG-bepalingsmethode (inclusief de impactmethodes en milieu-indicatoren).

#### **1.2.2 Beleidsaanbevelingen**

Bij externe communicatie van milieugerelateerde materiaalprestaties is het belangrijk om rekening te houden met lopende initiatieven inzake duurzaamheidsvaluatie van gebouwen, bouwelementen en materialen, zowel in België en haar regio's als op Europees niveau. Zo rust de MMG-bepalingsmethode - op het moment van de eindrapportering van deze studie - op de meest recente Europese normen en aanbevelingen inzake duurzaamheidsvaluatie van gebouwen en bouwproducten (cf. CEN TC 350-normen en het ILCD handboek), maar biedt ze dankzij haar modulaire opbouw extra milieu-informatie om verschillende doelgroepen te betrekken bij duurzaam bouwen en verbouwen.

Tijdens de studie werd herhaaldelijk ondervonden dat de Europese normen met betrekking tot duurzaamheidsvaluatie van gebouwen en bouwproducten niet steeds in lijn zijn met aanbevelingen van onder andere JRC-IES. Tevens zijn er vandaag meerdere (vrijwillige) tools op de markt, die de normatieve eisen en aanbevelingen niet opnemen, bijvoorbeeld omdat ze

---

<sup>96</sup>Binnen de Vlaamse Energieprestatieregeling voor bouwers (EPB) worden verschillende rekenregels vooropgesteld voor woningen, kantoren, scholen, industriële panden en andere gebouwen met een specifieke functie (zie [www.energiesparen.be](http://www.energiesparen.be)). Niet alle gebouwfuncties worden gedekt door de huidige EPB-rekenregels.

gericht zijn op een bepaalde doelgroep. Het is daarom van belang om de verschillende initiatieven op eenzelfde lijn te krijgen voor een compatibele en niet tegenstrijdige werking. Men denkt hier onder andere aan het stimuleren van een compatibele keuze van impactmethoden en de wegingstap te gedogen in plaats van ze tegen te houden. Het monetariseren van milieu-impacten biedt een waardig wetenschappelijk alternatief voor het wegen van milieu-impacten op basis van een panel- of distant-to-targetmethode, ook al zijn de milieuschaduwkosten soms moeilijk te bepalen.

Ook binnen het Vlaams-Belgische aanbod aan evaluatietools kan een compatibele werking gestimuleerd worden. Zo zou de bepalingmethode - of het open classificatiesysteem voor gebouwelementen dat hieruit volgt - opgenomen kunnen worden in de Vlaamse Maatstaf<sup>97</sup> en het Referentie(e)I-B<sup>98</sup>, in plaats van de voorkeur te geven aan vaak overlappende en soms tegenstrijdige maatregelen.

Tenslotte wordt er aangemoedigd om de goede band met bouwprofessionelen, die tot stand gekomen is tijdens dit project, te onderhouden door samenwerking te stimuleren.

---

97 Zie [www.lne.be/themas/duurzaam-bouwen-en-wonen/20111122\\_maatstaf\\_DUURZAME\\_WONINGBOUW.pdf](http://www.lne.be/themas/duurzaam-bouwen-en-wonen/20111122_maatstaf_DUURZAME_WONINGBOUW.pdf)

98 Zie [www.ref-b.be/](http://www.ref-b.be/)



# Bijlage 1. Achtergrond monetarisatie

Deze bijlage werd opgesteld op basis van het achtergrondrapport “Monetarisatie van impactcategoriën” geschreven door Leo De Nocker (VITO), bijgevoegd aan het MMG-bepalingsdocument (versie November 2011 + verbeteringen; [Delem et al 2011](#)).

## 1.1 Inleiding

In dit hoofdstuk wordt – indien mogelijk – een schatting gegeven van de monetaire waarde voor de impactcategorieën opgenomen in [Hoofdstuk 2](#).

We baseren ons hierbij op de beschikbare informatie over deze thema's, hetzij op basis van de schadekostenmethode, en indien dit niet beschikbaar is op basis van de preventiekostenmethode. De genomen schattingen worden op een wetenschappelijke basis verantwoord en, indien beschikbaar, vergeleken met andere studies.

We bespreken hierbij de onderstaande impactcategorieën:

- broeikaseffect / klimaatverandering
- aantasting van de stratosferische ozonlaag
- verzuring
- vermesting van zoete en mariene waters
- vorming van fotochemische oxidanten
- uitputting van niet-fossiele grondstoffen
- uitputting van fossiele grondstoffen
  
- humane gezondheid (kankereffecten, effecten door ioniserende straling en andere)
- fijnstofvorming
- landgebruik (landomvorming en landbezetting)
- watergebruik (waterschaarste)

## 1.2 Broeikaseffect

**Indicator:**

- kg CO<sub>2</sub> eq. (kg koolstofdioxide-equivalent)

**Monetaire waardering:**

- Stijgende schaduwprijs, die start aan 0,02 euro/kg CO<sub>2</sub> eq. in 2010 en groeit met 6,2 % per jaar tot 0.22 euro/kg in 2050.
- Alternatief : één centrale schatting : 0,06 euro/kg CO<sub>2</sub> eq.

### 1.2.1 Verantwoording

De centrale schatting is gebaseerd op de kengetallen voor externe kosten van broeikasgassen uit de studie van VMM, MIRA uit 2010 ([De Nocker et al, 2010](#))<sup>99</sup> en deze kengetallen zijn bijv. ook gebruikt om externe milieukosten van elektriciteitsproductie of transport te berekenen. In deze studie is een kengetallenreeks afgeleid, op basis van zowel informatie over schadekosten als preventiekosten. Dit leidde tot een externe kost van 20 euro/ton CO<sub>2</sub> eq. (of 0,020 euro/kg CO<sub>2</sub> eq.) voor emissies in 2010, en deze kost stijgt met 4 tot 6 euro/jaar per ton CO<sub>2</sub> eq. voor emissies uit latere jaren (zie [Tabel 29](#)). Dit weerspiegelt enerzijds dat de schade door extra uitstoot van broeikasgassen zal toenemen in de tijd, en anderzijds dat het steeds duurder zal worden om aan de klimaatdoelstellingen te voldoen. De klimaatdoelstelling die hiertoe gehanteerd is, is de Europese en mondiale doelstelling om de stijging van het klimaat te beperken tot maximaal 2°C, teneinde de grootste imp acts te beperken. Hiertoe moeten de emissies ook op korte termijn worden beperkt.

---

<sup>99</sup> <http://www.milieurapport.be/nl/publicaties/Onderzoeksrapporten/>

We kunnen deze stijgende kost iets vereenvoudigen tot een continue stijgende kost die vertrekt met 20 euro/ton CO<sub>2</sub> eq., en met een jaarlijks groeipercentage van 6,2 %.

Voor berekeningen waarbij men enkel één vaste waarde kan hanteren geven we één centrale waarde van 60 euro/ton CO<sub>2</sub> eq.. Dit stemt overeen met de waarde voor 2020 uit [Tabel 29](#). Deze waarde weerspiegelt dat schadekosten en preventiekosten van emissies van broeikasgassen in de komende decennia zullen stijgen. Het centrale kengetal (60 €/ton CO<sub>2</sub> eq.) is vergelijkbaar met het kengetal gehanteerd om opslag van koolstof in ecosystemen te waarderen in de context van kosten-batenanalyses van infrastructuurprojecten (aanbevelingen van de Vlaamse overheid, LNE) ([Liekens et al, 2010](#))<sup>100</sup>.

Verder houden we in het kader van de onzekerheidsanalyse rekening met een grotere bandbreedte.

**Tabel 29: Kengetallenreeks voor externe kosten van de voornaamste broeikasgassen voor emissies in periode 2010-2050. (De Nocker et al 2010)**

Jaar van emissie	Euro <sub>2009</sub> /ton CO <sub>2</sub> eq	Stijging externe kost (euro/jaar )
2010	20	
2020	60	4
2030	100	4
2040	160	6
2050	220	6

## 1.2.2 Achtergrondinformatie en discussie

Op basis van literatuur is door VITO voor MIRA ([De Nocker et al 2010](#)) een kengetallenreeks afgeleid voor externe kosten van broeikasgassen. Hierbij zijn volgende uitgangspunten en lessen uit studies gehanteerd:

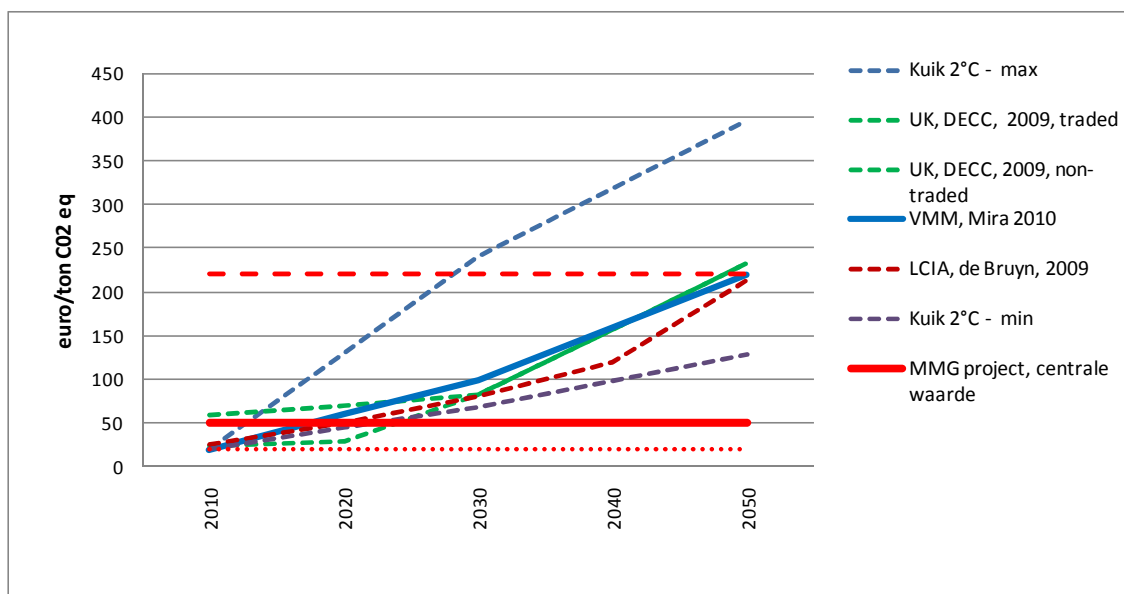
- Ze zijn gebaseerd op marginale reductiekosten om de doelstelling van maximaal 2°C opwarming te respecteren.
- Alle studies geven hiertoe marginale reductiekosten die vertrekken van rond de 20 euro/ton CO<sub>2</sub> eq. in 2010 om dan relatief snel te stijgen.
- Voor 2050 geven verschillende studies een bandbreedte van 130 tot 400 euro/ton CO<sub>2</sub> eq. met centrale schatting tussen 200 en 240 euro/ton CO<sub>2</sub> eq.
- Een eenvoudige kengetallenreeks met afgeronde cijfers, waarbij externe kosten na 2030 sneller stijgen dan tussen 2010 en 2030.

Om deze grote lijnen uit verschillende studies te benaderen wordt een eenvoudige kengetallenreeks gehanteerd waarbij externe kosten tussen 2010 en 2030 jaarlijks stijgen met 4 euro ton/CO<sub>2</sub> eq. en na 2030 met 6 euro/ton CO<sub>2</sub> eq.

[Figuur 145](#) en [Figuur 146](#) geven aan hoe de kengetallen zich situeren ten overstaan van de literatuur rond preventiekosten ([Figuur 145](#)) en schadekosten ([Figuur 146](#)).

We merken tot slot nog op dat de marktprijzen voor verhandelbare CO<sub>2</sub>-emissierechten uit het Europese ETS-systeem geen goede indicator zijn voor de schaduwprijs van uitstoot van broeikasgassen. Deze prijzen weerspiegelen enkel de marktwaarde van een ton CO<sub>2</sub> uitstoot binnen de specifieke grenzen van het huidige ETS-systeem, en geven geen informatie over de marginale kosten van maatregelen in alle sectoren om de lange-termijn-doelstelling ten aanzien van beperking van klimaatverandering te garanderen. Verder zou deze prijs enkel mogen toegepast worden op emissies uit sectoren die deel uitmaken van het ETS, wat binnen een context van dit project niet mogelijk is.

<sup>100</sup> <http://www.lne.be/themas/beleid/milieueconomie/waardering-van-baten-en-schaden/literatuur-over-economische-waardering>



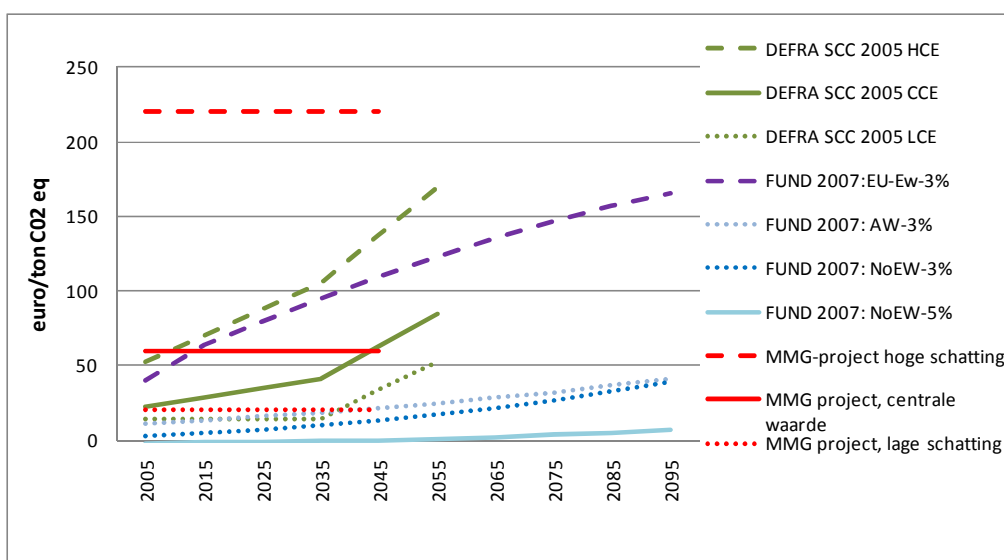
**Figuur 145** Overzicht van de preventiekosten van CO<sub>2</sub> emissies uit modelstudies bij verschillende aannames (in euro/ton CO<sub>2</sub> eq.). Bron: Vito, 2011, op basis van (De Nocker et al, 2010)<sup>101</sup>

Legende:

**Kuik 2°C** : op basis van meta-analyse van studies om op wereldvlak emissies te beperken tot emissiepaden compatibel met maximum 2°C opwarming.

**UK. DECC**, kengetallen voor kosten-batenstudies van de overheid (departement energie en klimaat) uit het VK, met onderscheid tussen sectoren die deel uitmaken van het EPTS (traded) en andere sectoren, en waarbij de laatste hogere marginale kosten gelden.

Voor klimaatverandering volgen we niet de ReCiPe-methodiek en -kengetallen. In ReCiPe Endpoint worden de impacten van klimaatverandering berekend op gezondheid (in DALY's) en ecosystemen (in PDF.jaar). Omgerekend komt dit neer op 84 euro/kg CO<sub>2</sub> eq. voor gezondheidsimpacten en 263 keuro/kg CO<sub>2</sub> eq. voor impacten op ecosystemen. Omdat dit geen informatie bevat voor een reeks impacten die van belang zijn op door de mens gecreëerde omgeving (landbouw, infrastructuur,...) en omdat de onzekere impacten op ecosystemen dit cijfer domineren wordt voorkeur gegeven aan cijfers uit literatuur over broeikasewers.



**Figuur 146** : Milieuschadekosten klimaatverandering volgens verschillende modellen voor emissies in verschillende jaren (2005 tot 2095). (in euro2009 / ton CO<sub>2</sub>-eq ). Bron : Vito, 2010 , op basis van (Antroff, 2007; Watkiss 2005)

<sup>101</sup> De centrale waarde binnen het MMG-project is 60 euro/ton CO<sub>2</sub> eq. In deze figuur werd dit verkeerdelijk terug gebracht op 50 euro/ton CO<sub>2</sub> eq.



Legende:

**FUND:** resultaten op basis van FUND model, Antroff, 2007 voor volgende aannames:

NoEW 5 % = No equity weighting, 5 % discountvoet (waarvan 3 % pure tijdsvoorkeur)

**NoEW:** idem maar 3 % discountvoet, (1 % pure tijdsvoorkeur)

**AW 3 %** = average weighting op basis prijzen gemiddelde voor de wereld, 3 % discountvoet

**EU-EW** = equity weighting op basis van prijzen west europa, 3 % discountvoet

**Defra SCC** = cijfers uit studie naar social cost of carbon voor UK, DEFRA, centrale en hoge schatting. (Watkins et al, 2005)

## 1.3 Aantasting van de stratosferische ozonlaag

**Indicator:**

— kg CFC11 eq. (kg trichlorofluoromethaan-equivalent)

**Monetaire waardering:**

— centrale schatting : 49,1 euro/kg CF11 eq.

### 1.3.1 Verantwoording

De waardering is gemaakt op basis van de inschatting van schadekosten aan volksgezondheid, gewassen en materialen, zoals geschat en gewaardeerd in de ReCiPe methode (2008) en omgerekend in het Handboek Schaduw prijzen (de Bruyn et al, 2010).

De schadekosten omvatten ten eerste de wereldwijde schade aan volksgezondheid door verdunning van de ozonlaag, met name de verhoogde kans op huidkanker en oogziekten (cataract). Hiertoe is aan de hand van het Amourmodel (RIVM) berekend wat de extra effecten zijn van de uitstoot van ozonaantastende stoffen. De effecten op gezondheid (kanker en cataract) zijn gewogen in termen van DALY's (disability adjusted life years) en zijn gewaardeerd aan 60 keuro/DALY. Omdat het merendeel van de impacten van emissies zich voordoen in de toekomst (met een piek na 40 jaar, dus circa 2050) moeten de toekomstige schadekosten verdisconteerd worden aan 2,5 %. Omgerekend naar CF11 equivalenten geeft dit een schadekost van 49,1 euro/kg CF11 eqv.

Verder is rekening gehouden met de schade aan landbouwgewassen en houtproductie, op basis van een specifieke studie van Hayashi (2006). Deze schadekosten (0,11 euro/kg CF11) zijn echter verwaarloosbaar in vergelijking met de schade aan volksgezondheid.

### 1.3.2 Achtergrondinformatie en discussie

De cijfers voor schadekosten zijn een ondergrens in de zin dat schade aan ecosystemen en ander verlies van welvaart (bijvoorbeeld de extra uitgaven voor zonnecrème of minder zonnen) hier niet in vervat zitten. Anderzijds kan men argumenteren dat de schade aan volksgezondheid te hoog is gewaardeerd omdat alle impacten, ook in armere landen, zijn gewogen met het kengetal van 60 keuro/DALY, dat relevant is voor de EU.

Het Handboek Schaduw prijzen (de Bruyn et al, 2010) geeft ook een schatting op basis van preventiekosten, op basis van een extra verwijderingsbijdrage in Nederland voor witgoed dat CFK's en halonen bevat. In dit geval wordt de extra bijdrage (12 euro/koelkast) toegerekend aan de reductie van CFK-emissies (geschat op 0.4 kg/koelkast), en aldus geschat op 30 euro/kg CF11 eq.

De waarde op basis van de schadekosten is groter dan de waarde op basis van de preventiekosten, maar de eerstgenoemde kosten zijn beter wetenschappelijk onderbouwd.

De bronnen geven eveneens informatie met betrekking tot de onzekerheid op deze schattingen.

- de mate waarin de schadekosten in de toekomst stijgen als gevolg van een hogere welvaart (+ 1.7 % jaar)
- de mate van verdiscontering van toekomstige impacts
- de mate waarin impacts in armere landen buiten de EU worden gewogen met kengetallen voor de EU, die het welvaartsniveau in de EU weerspiegelen.

## 1.4 Verzuring

### Indicator:

- kg SO<sub>2</sub> eqv. (kg zwaveldioxide-equivalent)

### Monetaire waardering:

- centrale schatting: 0,85 euro/kg SO<sub>2</sub> eq
- deze impactcategorie omvat eveneens de impact van vermesting op terrestrische ecosystemen.

### 1.4.1 Verantwoording

De centrale schatting is gebaseerd op de schadekosten van emissies van verzurende stoffen uit Vlaanderen op biodiversiteit, materialen en landbouwgewassen. De schadekosten zijn overgenomen uit de studie voor VMM, MIRA, 2010 (De Nocker et al, 2010). Deze schattingen zijn gebaseerd op modelruns op basis van het Europese impactmodel EcoSense en de ExterneE-methodiek, versie Needs, 2007. De centrale schatting is gebaseerd op de schadekosten van SO<sub>2</sub> en NO<sub>x</sub> uit De Nocker et al (2010) (zie Tabel 30). De berekening aan de hand van effecten van NO<sub>x</sub> (rechtse kolom) is gebaseerd op de omrekening van externe kosten van NO<sub>x</sub> naar SO<sub>2</sub>-equivalenten aan de hand van de terrestrial "acidification potentials for Europe" uit ReCiPe (= 0.56 voor NO<sub>x</sub> (voor Hierarchist perspective en tijdshorizon 100 jaar). De waarden uit tabel 4 zijn het gemiddelde voor uitstoot uit hoge en lage schouwen in Vlaanderen voor 2 referentiejaar (2010 en 2020). De centrale schatting is afgerond tot 0,85 euro/kg SO<sub>2</sub>-eq.

Deze cijfers houden naast verzuring ook rekening met andere milieueffecten:

- effect van verzurende emissies op terrestrische ecosystemen via vermesting
- het effect van SO<sub>2</sub> concentraties in de lucht op landbouwgewassen
- Andere effecten van verzurende emissies zijn hierin niet meegenomen, maar worden meegenomen bij de betreffende impactcategorie (met name bijdrage aan fotochemische luchtverontreiniging (vorming lage ozon) en effecten op gezondheid (direct en via vorming fijn stof)).

**Tabel 30: Externe kosten van verzurende emissies voor thema verzuring (euro /kg SO<sub>2</sub> eq) op basis van De Nocker et al (2010) en Goedkoop et al (2009).**

Impactcategorie	Schadekosten Emissies SO <sub>2</sub> (euro / kg SO <sub>2</sub> -eqv.)	Schadekosten Emissies NO <sub>x</sub> (euro / kg SO <sub>2</sub> -eqv.)*
landbouwgewassen	-0,16	nvt **
gebouwen, materialen	0,54	0,06
Ecosystemen	0,47	0,73
Totaal	0,85	0,79

\* Op basis van externe kosten per kg NO<sub>x</sub> en gewogen via verzuringspotentieel NO<sub>x</sub> uit ReCiPe (Goedkoop et al, 2009).

\*\* De effecten van NO<sub>x</sub> op landbouwgewassen verlopen via hun bijdrage aan fotochemische luchtverontreiniging (vorming lage ozon) en worden meegenomen in dat kader

### 1.4.2 Achtergrondinformatie en discussie

Verzuring slaat op de gezamenlijke effecten en gevolgen van vooral zwavel- en stikstofverbindingen (zwaveldioxide, stikstofoxiden en ammoniak) die via de atmosfeer in het milieu worden gebracht. Dit heeft gevolgen voor de zuurtegraad van regen en verzuring van bodem en oppervlaktewater, aantasting ecosystemen en verlies van biodiversiteit, verhoogde nitraatgehaltes in grondwater en uitspoeling van metalen naar grondwater. Verzurende deposities veroorzaken bovendien corrosie van materialen en een versnelde verwerking van gebouwen (MIRA 2011).

De verzurende emissies (SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, NH<sub>3</sub>) dragen eveneens sterk bij aan andere milieuproblemen. Er bestaat een sterke interactie tussen verzuring en vermesting van

terrestrische ecosystemen. Verder dragen verzurende emissies bij aan de fotochemische luchtverontreiniging (lage ozon) met afgeleide effecten op gezondheid, landbouw- en ecosystemen en aan de vorming van secundair fijn stof met afgeleide effecten op gezondheid.

In Eco-indicator 99 werden de effecten van verzuring en vermisting op terrestrische vermisting samen als één categorie beschouwd ([Goedkoop en Spriensma, 2000](#)). In ReCiPe is dit niet langer uitdrukkelijk het geval, ook al wordt de impact van vermisting op terrestrische ecosystemen verder niet als aparte categorie meegenomen en ook niet als ontbrekende categorie meegenomen. In ExternE-Needs zijn de impacts van verzuring en vermisting ook samen berekend, net als in Eco-indicator 99.

De interpretatie van de cijfers uit [Tabel 30](#) gaat gepaard met de volgende bemerkingen:

- De negatieve externe kosten op landbouwgewassen hebben betrekking op hogere gewasopbrengsten bij hogere concentraties. Dit hoeft men niet noodzakelijk tot het thema 'verzuring' te rekenen, maar de impact op de cijfers zijn beperkt.
- De effecten op gebouwen en materialen zijn exclusief schade aan (historische) gebouwen.
- Voor al deze beschouwde effecten zijn de impacten te wijten aan emissies in Vlaanderen hoger (ca. dubbel zo hoog) dan deze voor het gemiddelde van de uitstoot in EU 27. De impacts van emissies uit de buurlanden sluiten echter nauwer aan bij deze van Vlaanderen dan van de EU 27.

In ReCiPe worden er ook impacts van verzuring op ecosystemen meegerekend via (terrestrial acidification). Om dubbeltellingen te vermijden, zijn deze impacten niet omgerekend via bovenvermelde cijfers.

De berekening van de effecten van verzuring op ecosystemen is berekend via informatie van ExternE (zie [De Nocker et al, 2010](#)). Als we de impactfactoren voor impacts op ecosystemen (enkel bossen) rechtstreeks uit ReCiPe nemen, dan bekomen we cijfers die vergelijkbaar zijn met de ExternE-Needs aanpak voor het gemiddelde van emissies uit EU27. De impactfactor in ReCiPe is 0,21 PDF m<sup>2</sup> jaar/kg SO<sub>2</sub> voor een hiërarchisch perspectief op 100 jaar ([Goedkoop et al, 2008](#)). In ReCiPe wordt dit verder opgeschaald naar alle ecosystemen (met een factor 2). Op basis van de monetaire waardering van PDF's bekomen we dan een schaduwprijs van 0.18 euro/ton SO<sub>2</sub>. In ExternE Needs wordt dit effect ingeschat op 0.1 euro/kg SO<sub>2</sub> voor emissies uit EU 27. Als we ook rekening houden met effecten op materialen en landbouw, is het totale effect 0,25 euro/kg SO<sub>2</sub> eqv. Als we de schatting baseren op de effecten van NO<sub>x</sub> van emissies uit EU 27, dan bedraagt dit 0,44 euro/kg SO<sub>2</sub> eq.

De schatting op basis van de preventiekosten, zoals berekend in het Handboek Schadekosten ([de Bruyn et al, 2010](#)), geeft 0,6 euro/kg SO<sub>2</sub> eq. Om te voldoen aan de emissieplafonds uit de NEC richtlijn wordt geschat dat de marginale kosten van de laatste maatregelen liggen tussen de 5 euro/ton SO<sub>2</sub> en 10 euro/ton SO<sub>2</sub>. Deze kosten worden toegerekend aan verschillende milieuproblemen, en omdat SO<sub>2</sub> ook een precursor is van secundair fijn stof worden kosten ook aan dat thema toegerekend. De weerhouden waarde (0,6 euro/kg SO<sub>2</sub> eqv.) is vergelijkbaar met ons kengetal (0,85 euro/kg SO<sub>2</sub> eq).

## 1.5 Vermisting van zoete en mariene waters

**Indicator:** <sup>102</sup>

- Zoetwater- en bodemvermisting: kg P eqv. (kg fosfor equivalent)
- Mariene vermisting: kg N eqv. (kg stikstof equivalent)

**Monetaire waardering:**

- centrale schatting voor vermisting van zoetwater: 100 euro/kg P eqv.;
- centrale schatting voor vermisting van mariene waters: 18 euro/kg N eqv.
- de impacten tewijten aan bodemvermisting worden samengevoegd bij bodemverzuring.

---

<sup>102</sup> Er wordt een onderscheid gemaakt tussen vermisting van zoetwaters en van mariene waters. Voor zoetwatervermisting is fosfor meestal de limiterende factor. Voor vermisting van mariene waters is nitraat meestal de limiterende factor.

### 1.5.1 Verantwoording

De literatuur toont een hele brede waaier van kengetallen om de effecten van eutrofiëring te waarderen. Kengetallen met algemene consensus ontbreken echter. We hebben op basis van beschikbare informatie de onder- en bovengrenzen van deze waarde in kaart gebracht. Op basis van deze informatie hebben we een centrale schatting van 100 euro/kg P eqv. en 18 euro/kg N eqv. genomen. De onder- en bovengrenzen liggen respectievelijk op 20 euro/kg P eqv. en 600 euro/kg P eqv., en 3,6 euro/kg N eqv. en 90 euro/kg N eqv.

### 1.5.2 Achtergrondinformatie en discussie

Vermesting is de ophoping ('aanrijking') van nutriënten in het milieu door menselijke activiteiten, waardoor de ecologische processen en natuurlijke kringlopen in de compartimenten bodem, water en lucht verstoord worden. De bijdragen van de vermestende emissies N en P komen voor 14% uit compartiment bodem en grondwater, voor 34% uit compartiment oppervlaktewater en voor 52% uit compartiment lucht (cijfers voor 2006; [MIRA 2007](#)).

Vermesting is een groot probleem voor zoete en mariene waters en voor terrestrische ecosystemen. In Vlaanderen wordt voor 94 % van de natuurgebieden de kritische lasten voor vermesting overschreden (73 % voor EU 25) ([MIRA 2011](#)). Vermesting van terrestrische ecosystemen is evenwel reeds meegenomen bij de waardering van verzuring, en wordt hier dus niet verder besproken.

Vermesting van oppervlaktewaters en grondwater is een ernstig probleem in Vlaanderen en Noord-West Europa. Het vormt een belemmering voor het bereiken van een goede (ecologische) toestand van waterlichamen, zoals gevraagd door de Europese kaderrichtlijn Water. In Vlaanderen wordt voor 38 % van de grondwatermetingen de grens van 50 mg/liter voor nitraat in grondwater overschreden, en voor 48 % de grens van 25 mg. Deze grenzen worden gehanteerd voor schattingen van mogelijke effecten op gezondheid. Nitraat kan door opname via drinkwater en voeding tot gezondheidseffecten leiden, en deze worden in de literatuur ook tot vermistingsproblematiek meegerekend (zie bijv. [MIRA 2011](#)).

Het is gebruikelijk om de effecten toe te rekenen aan de emissie die de limiterende factor vormt voor verdere aanreiking. Voor zoetwaters is dat fosfor, voor mariene waters is dat nitraat.

ReCiPe rekent een bijdrage van P-emissies via lucht, water en bodem aan zoetwatereutrofiëring. Voor zoetwatereutrofiëring wordt een eindpunt berekend in PDF jaar. Dit komt neer op een schadekost van 1.47 euro/kg P eqv.. Deze emissies dragen ook bij aan problemen m.b.t. ecotoxiciteit (terrestrisch, zoetwater en mariene) en aan humane toxiciteit.

ReCiPe rekent een bijdrage van N-emissies via lucht, water en bodem aan mariene eutrofiëring. Voor deze emissies is verder geen eindpunt berekend. N-emissies via lucht dragen bij aan andere problemen (verzuring, gezondheid (via fijn stof); N emissies naar water dragen niet bij aan andere milieuproblemen binnen ReCiPe.

We geven een overzicht van schattingen uit de literatuur voor schade als gevolg van vermesting<sup>103</sup>. Noteer dat deze impacts meestal worden uitgedrukt (toegewezen) aan nitraat emissies. Om deze te vergelijken met P-emissies kunnen we de verhouding van de vermestingsequivalent hanteren waarbij 1 Meq = 1 vermestingsequivalent = 10 kton N = 1 kton P ([MIRA 2007](#)).

Schade aan zoetwater en mariene ecosystemen leidt onder andere tot algenbloei en verminderde zichtbaarheid. De literatuur over de omvang van deze schade is beperkt. Voor de landen rond de Baltische zee is de schade ingeschat aan de hand van de bereidheid tot betalen van de inwoners om verlies van zichtbaarheid te beperken. Er zijn een hele reeks studies die dit effect hebben onderzocht, en Kuik (2008) geeft hiervan een overzicht, waarbij de conclusie is dat de studies te variabel en oud zijn om hieruit een conclusie te trekken. Soderqvist en Hasselström (2008) maken een schatting op basis van deze studies en geven een vork van gemiddeld 251 (70 tot 800) euro/huishouden/jaar om deze effecten te beperken. Deze kost is verder omgerekend naar een kost per kg N, door aan te nemen dat deze baten betrekking

---

<sup>103</sup> Enkel de schade die direct te maken heeft met vermesting wordt hier weerhouden (terwijl in de literatuur soms ook andere impacten van vermestende emissies meegenomen worden onder het thema vermesting (zoals schade aan volksgezondheid via fijn stof). Voor onze analyse zou dit evenwel tot dubbeltellingen leiden.

hebben op een reductie van 50 % van de N emissies naar de Baltische Zee ([Gren et al 2008](#)). Dit leidt tot een vork van gemiddeld 12 (2-42) euro/kg N. De bandbreedte voor NW Europese landen is 12-24 euro/kg N.

Deze cijfers zijn evenwel niet te extrapoleren naar andere regio's. Voor Frankrijk is er een gelijkaardige studie naar de bereidheid tot betalen om in de regio van de havenstad Brest de gevolgen van eutrofiëring te beperken. Dit wordt ingeschat op 153 – 173 euro/huishouden/jaar ([Le Goffe 1995](#), waardes omgerekend door [Kuik 2007](#)). Dit resultaat is van eenzelfde orde van grootte als de gemiddelde schatting van Soderqvist.

Nitraten in het drinkwater kan onder ander leiden tot schade aan menselijke gezondheid (o.a. darmkanker). Deze is ingeschat in Exiopol ([2011](#)) en Brink en van Grinsven ([2011](#)). De bandbreedte varieert van 0 euro (geen effecten) tot 0,7 (0,1 – 2,4) euro /kg emissie naar water als Europees gemiddelde en bij aanname van gezondheidseffecten boven 25 mg/l nitraat in drinkwater.<sup>104</sup>

Voor Engeland en Wales worden de effecten van vermestende emissies op zoetwaterecosystemen ingeschat op 3 euro/kg P. (op basis van [Brink en van Grinsven 2011](#)). De totale schade aan verlies van ecosystemendiensten voor recreatie en extra kosten voor waterbeheerders zijn ingeschat op 100 miljoen euro, met bijkomend effecten op schade aan ecosystemen voor 10 miljoen euro (op basis [Pretty en Masson 2003](#)). Als we deze totale jaarlijkse schade delen door de totale emissies van N naar water komt dit neer op 0,3 euro/kg N ([Brink en van Grinsven](#)) of omgerekend op 3 euro/kg P. Deze totale jaarlijkse schadekosten zijn in de orde van grootte van 1,5 euro per inwoner of 3.5 euro/huishouden/jaar.

Voor Vlaanderen zijn de baten om een goede toestand te bereiken van de waterlopen voor de thema's waterkwaliteit en biodiversiteit ingeschat op 200 euro/huishouden/jaar ([Liekens et al 2009](#); [De Nocker et al 2011](#)). Dit komt voor Vlaanderen neer op circa 500 miljoen euro per jaar. Dit cijfer kunnen we evenwel niet verder opsplitsen naar verschillende pollutanten en andere vormen van milieudruk die de huidige slechte toestand verklaren. Dit cijfer geeft wel een maximumgrens aan voor de waarde van dit thema.

Verscheidende auteurs verwijzen naar de kosten om nitraatlozingen van rioolwaterzuiveringsinstallaties te beperken (2,2 euro/kg N) als een proxy voor de kosten van vermessing ([Braat en ten Brink, 2008](#); [Ruigrok et al, 2006](#), [Broekx et al, 2010](#)). Dit cijfer is evenwel niet representatief voor de kosten die moeten gemaakt worden om aan de doelstellingen van de Europese kaderrichtlijn voor goede ecologische toestand van waterlichamen te voldoen. Voor Vlaanderen worden er in het stroomgebiedsbeheersplan voor de Schelde en de Maas maatregelen weerhouden die vele malen duurder zijn, en die oplopen tot 74 euro/kg N ([Broekx et al, 2008](#)). Dit cijfer is weerhouden als een proxy voor de waarde van beperking nutriënten emissies voor kosten-batenanalyses van natuur- en infrastructuurprojecten in Vlaanderen ([Liekens et al, 2009](#)). Dit cijfer weerspiegelt aan de ene kant dat de vermessingsproblematiek in Vlaanderen relatief groot is, en dat er een hoge maatschappelijke bereidheid tot betalen is om hiervoor (ook duurdere) maatregelen te nemen.

In het Handboek Schaduwrijzen hanteert men de boetes voor veehouders voor het overschrijden van bemestingsnormen als een indicatie voor de maatschappelijke waarde van beperking van vermessing. Dit komt neer op 7 euro/kg N en 11 euro kg/P.

Voor emissies in Vlaanderen is het kengetal op basis van maatregelen uit het stroomgebiedsbeheersplan Schelde en Maas het meest aangewezen kengetal ([Liekens et al, 2009](#)). Dit komt neer op 670 euro/kg P eqv. Dit getal is evenwel een orde van grootte hoger dan dat uit de literatuur voor andere landen zodat het niet aangewezen is om dit te gebruiken in de context van een LCIA, waar een deel van de emissies (of zelfs een meerderheid) uit andere landen kunnen komen. Dit cijfer vormt dus een bovengrens.

Als centrale waarden hanteren we een rond getal van 100 euro/kg P eqv. Op basis van de omrekenfactoren uit ReCiPe komt dit neer op 13,8 euro/kg N eqv. Deze waarde ligt vrij centraal binnen de bandbreedte van schattingen voor de Baltische Zee (op basis van [Gren et al. 2008](#)). Ze is van eenzelfde orde van grootte als het kengetal uit de handleiding schaduwkosten (7 euro/kg N eqv).

---

104 In ReCiPe zijn er hiervoor geen effecten meegenomen bij inschatting effecten op gezondheid



Als ondergrens hanteren we de studies die wijzen op een kost van rond de 2 euro/kg N of 15 euro/kg P.

De verhouding ondergrens, centrale waarde en bovengrens zijn gelijkaardig aan de verhouding zoals we die hanteren voor andere milieuthema's met grote onzekerheid.

We hebben onvoldoende informatie om een schatting te maken voor de schaduwprijs voor vermessing van mariene waters. In ReCiPe wordt ook geen impactschatting gemaakt van bijv. het effect van deze vermessing op PDF's. In ReCiPe wordt er ook een impact van eutrofiëring op ecosystemen meegerekend, die omgerekend neerkomt op 1,5 euro/kg P. Deze impact is zo klein dat het niet nodig is om hier te corrigeren voor mogelijke dubbeltellingen.

## 1.6 Vorming van fotochemische oxidanten

**Indicator:**

— kg NMVOS eqv. (kg niet methaan vluchtige organische stoffen equivalent)

**Monetaire waardering:**

— centrale schatting: 7,4 euro/kg NMVOS eqv.

### 1.6.1 Verantwoording

De bijdrage van uitstoot van ozonprecursoren aan vorming van fotochemische luchtverontreiniging en hiermee verbonden schade aan gezondheid, gewassen etc. is berekend voor VMM, MIRA aan de hand van voor Vlaanderen gevalideerde luchtkwaliteitmodellen ([De Nocker et al, 2010](#)). Deze berekenen de effecten van de marginale uitstoot van NOx en NMVOS. Fotochemische ozonvorming is een complex proces, waarbij de bijdrage van de extra uitstoot van één precursor afhangt van lokale omstandigheden die de vorming van ozon bepalen, zoals de beschikbaarheid van andere precursoren. In de huidige omstandigheden in Vlaanderen wordt bijv. de bijdrage van de extra uitstoot van 1kg NOx relatief laag ingeschat omdat NOx vaak niet de beperkende factor is voor de vorming van ozon (zie [De Nocker et al, 2010](#)). Omdat deze situatie voor NOx geen goed beeld geeft voor de bijdrage van NOx aan deze problematiek op lange termijn, baseren we ons op de berekeningen voor externe kosten van de uitstoot van NMVOS.

De externe kosten voor de uitstoot van 1kg NMVOS worden ingeschat op 7,4 euro/kg NMVOS. Hierbij is er heel weinig verschil tussen de uitstoot uit hoge of lage schouwen, en voor uitstoot bij de huidige achtergrondconcentraties of achtergrondconcentraties in 2020. Deze kosten hebben voor 95 % betrekking op kosten op volksgezondheid, en voor een klein deel op kosten voor landbouw.

**Tabel 31: Externe kosten voor uitstoot 1 kg NMVOS, Vlaanderen (euro/kg NMVOS) op basis van De Nocker et al (2011)**

	Achtergrondconcentraties 2010	Achtergrondconcentraties 2020
Hoge schouwen	7,57	7,27
Lage schouwen	7,53	7,23
Gemiddeld	7,4	

Daarnaast zijn er generieke kengetallen die de bijdrage van verschillende precursoren aan vorming van ozon onderling wegen. Die factoren zijn eveneens berekend op basis van modelleringen of aannames, die mogelijk niet representatief zijn voor de huidige toestand in Vlaanderen, maar het is de enige bron om voor een brede waaier van stoffen de bijdrage te kunnen wegen.

### 1.6.2 Achtergrondinformatie en discussie

Het opgegeven kengetal is mogelijk een overschatting voor de bijdrage van de ozonprecursor NO<sub>x</sub>, voor emissies op korte termijn. Anderzijds zijn grote emissiereducties van NOx nodig om

op lange termijn de fotochemische luchtverontreiniging te beperken. Dit zou zich ook weerspiegelen mochten we de preventiekostenmethode volgen.

Ter vergelijking, in het Handboek Schaduw prijzen (de Bruyn et al, 2010) worden de kosten ingeschat op 2.5 tot 5 euro/kg NMVOS, op basis van respectievelijk preventiekosten en schadekosten.

In ReCiPe wordt de kost op gezondheid naar verhouding veel lager ingeschat (omgerekend op minder dan 0.0023 euro/kg). Dit betekent dat de karakterisatiefactor uit ReCiPe de impact van NMVOS naar verhouding veel lager schat dan de berekeningen in kader ExternE of via de specifieke luchtkwaliteitsmodellen voor Vlaanderen. Omdat deze waarde buiten de bandbreedte ligt van meer specifieke studies volgen we de ReCiPe schatting en karakteristiefactoren niet.

## 1.7 Uitputting van niet-fossiele grondstoffen

### Indicator:

— kg Fe eqv. (kg ijzer equivalent)

### Monetaire waardering:

— Centrale schatting : 0,0518 euro/kg Fe eqv.

### 1.7.1 Verantwoording

De waardering is gebaseerd op het wetenschappelijke achtergrondrapport van ReCiPe.

De huidige consumptie van minerale grondstoffen maakt dat toekomstige generaties hogere kosten zullen moeten maken om deze grondstoffen te winnen, omdat ze hiervoor mijnen en reserves moeten aanspreken met hogere ontginningskosten.

In ReCiPe is deze problematiek in detail uitgewerkt, op basis van kosten van ontginning van metalen en mineralen uit verschillende afzettinglagen waaruit de verschillende grondstoffen worden gewonnen. De problematiek van uitputting wordt dus bekeken vanuit het perspectief van een afzetting, eerder dan van een specifieke grondstof. Men heeft op basis van kostengegevens van mijnen uit verschillende afzettingen met verschillende kwaliteiten van erts een relatie geschat. Deze meerkost per afzetting is verder doorvertaald naar meerkost voor verschillende grondstoffen.

Deze kost kan men uitdrukken als een extra kost voor grondstoffenwinning per jaar. Deze meerkost zal zich voordoen voor alle toekomstige jaren.

De kosten zijn geschat voor verschillende grondstoffen, en deze kosten in \$ zijn weergegeven in ReCiPe voor verschillende mineralen en metalen. Ze zijn omgerekend naar een eenheid in kg Fe. De cijfers uit ReCiPe zijn omgerekend met de wisselkoers van de euro tegen de dollar van juni 2010 (1\$=0.7 euro)

### 1.7.2 Achtergrondinformatie en discussie

We kunnen binnen het bestek van dit project de schatting van ReCiPe niet verder onderzoeken of vergelijken met andere bronnen. In de conventionele economie wordt de uitputting van hulpbronnen niet beschouwd als een werkelijke of technische externaliteit, en in het Handboek Schaduw prijzen (de Bruyn et al, 2010) wordt een schaduw prijs van 0 euro als beste schatting gegeven.

In deze redenering worden de effecten op ontginningskosten voor toekomstige generaties gezien als een financiële externaliteit. Financiële externaliteiten worden bepaald door prijzen. In het geval van goed werkende markten komt de toekomstige schaarste in de prijs tot uitdrukking en is er geen sprake van een extern effect. De theorie van Hotelling stelt dat de uitputting van niet-vernieuwbare hulpbronnen opgenomen is in de prijzen van deze hulpbronnen en dat dus de kosten van uitputting intern zijn. De vraag of uitputting van abiotische grondstoffen onrechtvaardig is ten opzichte van toekomstige generaties is volkomen afhankelijk van de vraag wat met de winsten van grondstofwinning gebeurt.



## 1.8 Uitputting van fossiele grondstoffen

### Indicator:

- MJ netto calorische waarde

### Monetaire waardering:

- 0 euro/MJ netto calorische waarde

### 1.8.1 Verantwoording

Voor het thema “uitputting van energie van fossiele brandstoffen” is de monetaire waardering 0 euro. Deze waardering hangt sterk samen met hoe de uitstoot van broeikasgassen wordt gewaardeerd. In onze redenering is deze waardering gebaseerd op de kosten die moeten gemaakt worden op termijn naar een duurzame energievoorziening te gaan, waarbij de rol van fossiele brandstoffen sterk beperkt is omwille van de uitstoot van broeikasgassen. De hogere waardering van broeikasgassen impliceert de keuze voor een emissietraject en keuze van energiebronnen waarbij gebruik van fossiele brandstoffen wordt beperkt ten voordele van energie-efficiëntie en hernieuwbare energiebronnen. In dit licht is deze problematiek meer sturend dan deze van uitputting fossiele brandstoffen.

### 1.8.2 Achtergrondinformatie en discussie

In ReCiPe wordt uitputting van fossiele brandstoffen gewaardeerd op een methodologie vergelijkbaar met deze voor minerale grondstoffen. Dit leidt tot een schaduwprijs van 16.7 \$/kg olie. Dit is een heel hoge schaduwprijs die omgerekend neerkomt op bijvoorbeeld 2185 \$/barrel. In ReCiPe wordt opgemerkt dat deze schaduwprijs veel hoger is dan deze berekend voor minerale grondstoffen. Deze schaduwprijs is ook vele malen hoger dan wat in de literatuur is gerekend tot externe kosten voor gebruik van fossiele brandstoffen. Deze laatste verwijzen dan naar kosten m.b.t. bijvoorbeeld militaire uitgaven om energiezekerheid te vrijwaren.

## 1.9 Humane gezondheid

### Indicator:

- Eindpunt (endpoint) indicator : DALY (disability adjusted life years)

### Monetaire waardering:

- Centrale schatting voor de eindpuntindicator: 60 keuro/DALY

### 1.9.1 Verantwoording

Deze impactcategorie heeft betrekking op blootstelling van mensen aan een zeer brede waaier van stoffen via verschillende blootstellingskanalen zoals via luchtkwaliteit (inademing) en via de voedselketen. De stoffen kunnen uitgestoten worden via lucht, water of bodem. Berekeningen van blootstellingsroutes volgen de aanpak zoals beschreven in [paragraaf 3.1.2.1](#). In ReCiPe is hiertoe gebruik gemaakt van het USES-LCA model om verspreiding, blootstelling en effecten van verontreinigende stoffen te meten. Impacten worden uitgedrukt in DALY's en omvatten effecten van carcinogene stoffen op kanker en alle stoffen op verschillende gezondheidseffecten.

De effecten op volksgezondheid omvatten het risico op kanker en risico's op andere gezondheidseffecten. Het omvat een brede waaier van stoffen en effecten, met uitzondering van enkele belangrijke categoriën die apart worden gemodelleerd en meegenomen (zoals fijnstofvorming en lage-ozonvorming). De gezondheidseffecten zijn omgerekend naar DALY's. Deze impact waarderen we aan 60 keuro/DALY.

Voor de tussenpunttellingen is de referentie stof 1,4-dichlorobenzene, uitgestoten in een dichtbevolkt gebied. De impact hiervan is 7 E-07 DALY/kg. Dit komt overeen met 0,042 euro/kg 1,4-dichlorobenzene.

## 1.9.2 Achtergrondinformatie en discussie

Zie [paragraaf 3.1.2.1](#).

## 1.10 Fijnstofvorming

**Indicator:**

— DALY (disability adjusted life years)

**Monetaire waardering:**

— centrale schatting: 60 keuro/DALY

### 1.10.1 Verantwoording

ReCiPe hanteert maar één indicator voor 'fate- en effectschatting' van fijnstofvorming (ongeacht locatie en diameter). Dit komt neer op omgerekend 15,6 euro/kg. Voor Vlaanderen zijn er via meer gedetailleerde berekeningen betere inschattingen beschikbaar (zie [Tabel 32](#)) die o.a. rekening houden met specifieke achtergrondconcentraties in Vlaanderen, bevolkingsdichtheid in detail e.a.. De vergelijking van het cijfer in ReCiPe met deze tabel toont dat ReCiPe de schade op volksgezondheid systematisch onderschat, en dat het verschil tot een factor 30 kan oplopen voor PM2.5 in de stad.

ReCiPe voorziet wel dat hier een veel gedetailleerder onderscheid kan gemaakt worden naar emissies in functie van de omvang - PM2.5 (kleiner dan 2.5 µg), PM coarse (tussen 2,5 en 10 µg) en PM 10 (kleiner dan 10 µg) - de omgeving (al dan niet dichtbebouwd) en de bron (al dan niet van transport). Op basis van de gedetailleerde berekeningen van VITO voor VMM-Mira ([Tabel 32](#)) zijn de fate en effect schattingen (in DALY) voor al de polluenten aangepast. De mate dat de getallen naar boven zijn aangepast verschilt voor al die indelingen, en varieert van x 30 voor PM 2,5 in de stad tot x 1.5 voor PM coarse. Dezelfde benadering is gevolgd voor de fijnstofprecursoren SO<sub>2</sub> en NO<sub>x</sub>. In Vlaanderen is de bijdrage van NO<sub>x</sub> tot de vorming van secundair fijn stof in 2010 vrij beperkt omwille van de beschikbaarheid van andere precursoren.

Omdat studies aangeven dat deze situatie in 2010 heel specifiek is en snel verandert, hebben we ons gebaseerd op de kengetallen voor 2020 voor de fijnstofprecursoren NO<sub>x</sub> en SO<sub>2</sub>. In de study voor Mira is de externe kost voor NH<sub>3</sub> niet berekend, zodat we hier de schatting van ReCiPe volgen.

**Tabel 32: Milieuschadekosten van fijnstofvorming voor emissies in Vlaanderen (in euro/kg) volgens De Nocker et al (2010)**

Emissies in 2010	PM2,5	PMcoa(e)	PM10(f)
Energiesector, industrie, diensten en huishoudens			
Hoge schouwen	22,4	5,1	17,1
Lage schouwen	140,9	25,0	125,5
Transport			
Wegtransport (a)			
Stad (b)	475,2	25,0	(c)
Snelweg	135,5	25,0	(c)
Platteland (d)	139,9	25,0	(c)

(a) Kengetallen zijn afgeleid voor uitlaat emissies. We nemen aan dat deze kengetallen ook de beste benadering vormen voor niet-uitlaatemissies.

(b) voor centrum steden in Vlaanderen

(c) Nb= niet beschikbaar, te bepalen in functie van aandeel PM2,5 in PM10 fractie.

(d) omvat alle wegverkeer behalve stad en snelweg

(e) PM coarse of deeltjes met een diameter tussen 2.5 en 10 µm.

externe kosten PM2.5 en PMcoa kan men optellen zonder gevaar voor dubbeltellingen.

(f) de impacts van PM10 zijn afhankelijk van aandeel PM2,5 en PM coarse (2.5-10) in PM10

In [Tabel 33](#) en [Tabel 34](#) is een gedetailleerde aanpassing gemaakt van de karakterisatiefactoren voor ReCiPe. In Simapro zijn evenwel niet alle categorieën opgenomen, en wordt enkel met een gemiddelde gerekend. Hiertoe hebben we gemiddelde externe kost berekend op basis van de volgende gegevens of aannames :

- aandeel van de verschillende sectoren in de totale emissies in Vlaanderen op basis van gegevens voor 2010 uit Deutsch et al ([2010](#)).
- aandelen van emissies uit de transportsector in stad, platteland en snelweg op basis van de (basis)gegevens uit de studie naar externe kosten ([De Nocker et al, 2010](#))

**Tabel 33: Aangepaste lijst met “fate en effect” factoren voor effecten van vorming fijn stof op volksgezondheid.**

Polluent	Afkorting	omgeving	Milieuschade kost	Effect	Verhouding
			euro/kg	DALY /kg	met ReCiPe
Ammonia	NH3	high population density	4,99	8,32E-05	1,0
Ammonia	NH3	low population density	5,99	9,98E-05	1,2
Ammonia	NH3	low pop density + LT	6,99	1,17E-04	1,4
Ammonia	NH3	lower stratosphere *	7,99	1,33E-04	1,6
Ammonia	NH3	unspecified	8,99	1,50E-04	1,8
Nitrogen dioxide	NO2	unspecified	9,99	1,67E-04	2,9
Nitrogen oxides	NOx as NO2	high population density	10,7	1,78E-04	3,1
Nitrogen oxides	NOx as NO2	low population density	10,7	1,78E-04	3,1
Nitrogen oxides	NOx as NO2	low pop density + LT	10,7	1,78E-04	3,1
Nitrogen oxides	NOx as NO2	lower stratosphere *	3,4	5,72E-05	1,0
Nitrogen oxides	NOx as NO2	unspecified	10,7	1,78E-04	3,1
Particulates, < 2.5 um	PM2.5	high population density	475	7,92E-03	30,4
Particulates, < 2.5 um	PM2.5	low population density	139	2,32E-03	8,9
Particulates, < 2.5 um	PM2.5	low pop density + LT	140	2,33E-03	9,0
Particulates, < 2.5 um	PM2.5	lower stratosphere *	15,6	2,60E-04	1,0
Particulates, < 2.5 um	PM2.5	unspecified	107	1,78E-03	6,8
Particulates coarse	PM10-PM2.5	high population density	25	4,17E-04	1,6
Particulates coarse	PM10-PM2.5	low population density	26	4,33E-04	1,7
Particulates coarse	PM10-PM2.5	low pop density + LT	27	4,50E-04	1,7
Particulates coarse	PM10-PM2.5	lower stratosphere *	28	4,67E-04	1,8
Particulates coarse	PM10-PM2.5	unspecified	18,83	3,14E-04	1,2

**Tabel 34: Aangepaste lijst met “fate en effect” factoren voor effecten van vorming fijn stof op volksgezondheid. (vervolg)**

Particulates, < 10 um	TPM-PM10	high population density	125	2,08E-03	8,0
Particulates, < 10 um	TPM-PM11	low population density	125	2,08E-03	8,0
Particulates, < 10 um	TPM-PM12	low pop density + LT	125	2,08E-03	8,0
Particulates, < 10 um	TPM-PM13	lower stratosphere *	15,6	2,60E-04	1,0
Particulates, < 10 um	TPM-PM14	unspecified	85,9	1,43E-03	5,5
Particulates, < 10 um (mobile)	TPM-PM15	high population density	475	7,92E-03	30,4
Particulates, < 10 um (mobile)	TPM-PM16	low population density	139	2,32E-03	8,9
Particulates, < 10 um (mobile)	TPM-PM17	low pop density + LT	140	2,33E-03	9,0
Particulates, < 10 um (mobile)	TPM-PM18	lower stratosphere *	15,6	2,60E-04	1,0
Particulates, < 10 um (mobile)	TPM-PM19	unspecified	201	3,36E-03	12,9
Particulates, < 10 um (station.)	TPM-PM20	high population density	95,4	1,59E-03	6,1
Particulates, < 10 um (station.)	TPM-PM21	low population density	95,4	1,59E-03	6,1
Particulates, < 10 um (station.)	TPM-PM22	low pop density + LT	95,4	1,59E-03	6,1
Particulates, < 10 um (station.)	TPM-PM23	lower stratosphere *	95,4	1,59E-03	6,1
Particulates, < 10 um (station.)	TPM-PM24	unspecified	95,4	1,59E-03	6,1
Sulfur dioxide	SOx as SO2	high population density	12,5	2,09E-04	4,0
Sulfur dioxide	SOx as SO2	low population density	12,5	2,09E-04	4,0
Sulfur dioxide	SOx as SO2	low pop density + LT	12,5	2,09E-04	4,0
Sulfur dioxide	SOx as SO2	lower stratosphere *	3,1	5,20E-05	1,0
Sulfur dioxide	SOx as SO2	unspecified	12,5	2,09E-04	4,0
Sulfur oxides	SOx	high population density	12,5	2,09E-04	4,0
Sulfur oxides	SOx	low population density	12,5	2,09E-04	4,0
Sulfur oxides	SOx	low pop density + LT	12,5	2,09E-04	4,0
Sulfur oxides	SOx	lower stratosphere *	3,1	5,20E-05	1,0
Sulfur oxides	SOx	unspecified	12,5	2,09E-04	4,0

Legende: low pop density + LT = low population density + long term; \* = +upper troposphere

## 1.10.2 Achtergrondinformatie en discussie

Zie [paragraaf 3.1.2.1](#). en [Figuur 6](#) in dezelfde paragraaf.

## 1.11 Landgebruik

### Indicator:

- Landbezetting:  $m^2a$  ( $m^2$  land x jaar)
- Landomvorming:  $m^2$  ( $m^2$  land)

### Monetaire waardering:

- Centrale schatting voor landbezetting door bosbouw:  $0,036 \text{ euro}/m^2 a$
- Centrale schatting voor landbezetting door landbouw:  $0,132 \text{ euro}/m^2 a$
- Centrale schatting voor urbane bezetting van land:  $0,185 \text{ euro}/m^2 a$
- Centrale schatting voor landomvorming van natuurlijk land naar land-en bosbouw:  $0 \text{ euro}/m^2$
- Centrale schatting voor landomvorming van tropisch regenwoud:  $0,8 \text{ euro}/m^2$

### 1.11.1 Verantwoording

Als land gebruikt wordt voor economische activiteiten leidt dat tot een opportuiniteitskost omdat het niet voor andere doeleinden kan gebruikt worden. Meer landgebruik voor economische activiteiten leidt tot een verlies van natuurgebieden en extensieve landbouwgebieden, wat leidt tot belangrijke verliezen van ecosysteemdiensten.

De kengetallen voor waardering zijn gebaseerd op een recente studie voor de EC (in kader TEEB, the economics of biodiversity) over de schade van veranderingen in landgebruik op ecosystemen ([Braat en ten Brink 2008](#)). Hierin is de waarde van het verlies aan ecosysteemdiensten (zoals koolstofvastlegging en klimaatregulatie, mogelijkheden voor recreatie, ....) berekend voor o.a. veranderingen in landgebruik tussen 2000 en 2010. De gegevens en hoe we hiermee zijn omgegaan zijn uitgewerkt in [paragraaf 1.11.2](#).

In het totaal is er een verlies aan ecosysteemdiensten voor landgebruik dat verdwijnt (813 miljard euro). Anderzijds is er de winst aan ecosysteemdiensten in nieuw landgebruik (225 miljard euro, vnl. landbouw en bosbouw). We kunnen deze winsten en verliezen delen door het totaal areaal aan gebieden dat verandert van bestemming tussen 2000 en 2010 om een waarde per  $m^2$  te berekenen.

De kengetallen van monetarialisatie zijn gebaseerd op enerzijds het verlies aan ecosysteemdiensten als gevolg van verlies van natuurlijke gebieden, en de winst aan ecosysteemdiensten door 'nieuw en nuttig' landgebruik, met onderscheid naar bosbouw, landbouw (intensief) en urbaan. [Tabel 35](#) geeft een overzicht van de resultaten.

**Tabel 35: Netto waardeverlies aan ecosysteemdiensten bij nieuw landgebruik op basis van Braat en ten Brink (2008).**

Nieuw landgebruik	Waarde Referentie (1)	Waarde nieuw landgebruik (2)	Waardeverlies Wijziging landgebruik	
	Euro/ha.jaar	Euro/ha.jaar	Euro/ha.jaar	Euro/ $m^2$ .jaar
Bosbouw	1815	1450	365	0,036
Landbouw gemiddeld	1815	490	1325	0,132
Urbain landgebruik	1815	0	1815	0,181

(1) waarde natuurlijke gebieden, zie [Tabel 36](#), in euro/ha.jaar

(2) waarde nieuw landgebruik, in euro/ha.jaar, zie [Tabel 37](#).

Voor bosbouw is het verlies aan ecosysteemdiensten lager dan voor landbouw en urbane gebieden, om er relatief veel nieuwe ecosysteemdiensten ontstaan en/of ecosysteemdiensten van natuurlijke gebieden behouden blijven.

Voor urbane gebieden (bebouwd) nemen we aan dat de waarde van ecosysteemdiensten nul is. Dit is weliswaar een onderschatting, maar bij gebrek aan referentie in TEEB ([Braat en ten](#)

Brink 2008) is dit in het kader van deze toepassing de beste benadering. Ook voor andere landgebruiken is de schatting van ecosysteemdiensten immers onvolledig.

Bij de omzetting van regenwoud gaan er extra waardevolle natuurgebieden verloren, met relatief grotere ecosysteemdiensten. Op basis van de kengetallen uit TEEB (Braat en ten Brink 2008) schatten we dat in op 8000 euro/ha jaar (Markandya et al 2008). Er is ons geen informatie bekend hoe we we specifiek de lange hersteltijd van regenwouden kunnen meenemen in de waardering. We rekenen voor omzetting regenwoud een kost aan van 0.8 euro/m<sup>2</sup>. Voor omzetting van ander landgebruik rekenen we geen extra kost aan.

### 1.11.2 Achtergrondinformatie en discussie

De basisgegevens voor de berekening zijn overgenomen uit de TEEB-COPI studie (Braat en ten Brink 2008).

Tabel 36 geeft aan dat er op wereldschaal naar schatting 3,3 miljoen km<sup>2</sup> areaal aan natuurlijke gebieden zijn verloren gegaan in de periode 2000-2010. Het gaat voornamelijk om verlies van natuurlijke gebieden (82 %), en in mindere mate om extensieve landbouwgebieden (6 %). Verlies aan kale natuur ("bare natural areas") komt niet voor in Europa. Dit leidt tot een jaarlijks verlies aan ecosysteemdiensten van naar schatting 490 miljard euro. Dit is vooral belangrijk in natuurlijke gebieden. Naar verhouding heeft verlies aan kale natuur een groot aandeel in het totale verlies. Omgerekend leidt tot een jaarlijks verlies per ha van gemiddeld 2464 euro/ha.jaar. Als we geen rekening houden met verlies van kale natuur daalt dit 1740 euro/ha/jaar.

**Tabel 36: Waardeverlies aan ecosysteemdiensten door verlies aan natuurlijk landgebruik op basis van Braat en ten Brink (2008).**

Landgebruik	Verlies aan areaal (2000-2010 )		Verlies aan ecosysteemdiensten In 2010 tov 2000		euro/ha
	Miljoen km <sup>2</sup>	aandeel	Miljard euro/jr.	aandeel	
Natuurlijk gebied	-2,7	82%	-490	60%	1815
"kale natuur"	-0,2	6%	-272	33%	13600
Landbouw extensief	-0,4	12%	-51	6%	1275
Totaal (gemiddeld)	-3,3	100%	-813	100%	2464

**Tabel 37: Waardewinst aan ecosysteemdiensten door nieuw landgebruik op basis van Braat en ten Brink (2008).**

Landgebruik	Verlies aan areaal (2000-2010 )		Verlies aan ecosysteemdiensten In 2010 tov 2000		euro/ha
	Miljoen km <sup>2</sup>	aandeel	Miljard euro/jr.	aandeel	
Landbouw intensief	1,9	58%	109	48%	574
Houterige biomassa	0	0%	44	20%	
Landbouw weilanden	1,2	36%	43	19%	358
Bosbouw	0,2	6%	29	13%	1450
Totaal (gemiddeld)	3,3	100%	225	100%	682

Anderzijds leidt het nieuwe landgebruik tot nieuwe ecosysteemdiensten die ook een waarde hebben. Deze worden weergegeven in Tabel 37. Het bijkomend landgebruik omvat voornamelijk intensieve landbouw (56 %), weilanden (36 %) en bosbouw (6%). De waarde van de ecosysteemgoederen en diensten geleverd door het nieuwe landgebruik zijn ingeschat op 225 miljard euro, of omgerekend 682 euro/ha.jaar. Deze waarde is het hoogst voor bosbouw (1450 euro/ha.jaar).

Op basis van deze cijfers kunnen we een schatting maken voor landgebruik (in euro/m<sup>2</sup>.jaar) in kader van de monetarialisatie van LCIA gegevens. We kijken hiervoor naar verlies en winst van ecosysteemdiensten in euro/ha.jaar van een bepaald landgebruik in vergelijking met een

referentietoestand. Als referentietoestand kiezen we hiervoor natuurlijke gebieden met een waarde van 1815 euro/ha.jaar.

Als land gebruikt wordt voor economische activiteiten leidt dat tot een opportuiniteitskost omdat het niet voor andere doeleinden kan gebruikt worden. De marktprijzen voor grondgebruik weerspiegelen deze kost voor vermarktbare producten, zoals onder andere landbouw- of bosbouwgewassen maar niet de maatschappelijke kosten als gevolg van het verlies van zogenaamde ecosysteem goederen en diensten. In de recente ecologische en milieu-economische literatuur wordt (verandering in) landgebruik bekeken vanuit het oogpunt van ecosysteemgoederen en diensten die een bepaald soort landgebruik kan leveren; zie bijvoorbeeld het Millenium Ecosystem assessment ([MEA 2005](#)). Ecosysteemgoederen hebben betrekking op gewassen, vis en water. De diensten omvatten ten eerste regulatiediensten zoals klimaatregulatie via opslag van koolstof, vasthouden van regenwater bij storm en voeding grondwaterlagen, reinigen van water via bijvoorbeeld nutriëntenverwijdering en luchtkwaliteit via vasthouden vervuilde stoffen. Verder omvat dit ook de culturele diensten zoals kader voor recreatie, inspiratie voor wetenschap,...

Veranderingen in landgebruik leiden tot grote economische schade door verlies aan biodiversiteit en ecosystemendiensten. In de TEEB studie wordt ingeschat dat de economische kost (welvaartsverlies) voor de EU van verwachte wereldwijde veranderingen in landgebruik (verlies van natuur gebieden, bossen en extensieve landbouw) tussen 2000 en 2010 tot een schade leiden van 1 % van het wereld BNP in 2010 ([Braat en ten Brink 2008](#)). Bij de verwachte ontwikkelingen in landgebruik kan deze schade tegen 2050 oplopen tot 7 % van het wereldwijde BNP. Deze schattingen zijn onderschattingen omdat ze niet alle schade meenemen en voorzichtige aannames hanteren. De onzekerheden zijn groot en niet te kwantificeren.

Deze studie vertrekt van literatuur over de waarde van de individuele diensten van verschillende landgebruiken en ecosystemen in verschillende continenten. Omwille van verlies van natuurlijk landgebruik en extensieve landbouw wordt een gelijkaardig cijfer gehanteerd in het Handboek Schaduwrijzen ([de Bruyn et al 2010](#)).

In ReCiPe is ook een inschatting gemaakt van effecten van omzetting van regenwoud op biodiversiteit waarbij rekening wordt gehouden met de lange hersteltijd voor deze wouden (3000 jaar). Deze indicator is evenwel niet monetair te waarderen. We hebben evenmin informatie om deze specifieke categorie te waarderen.

## 1.12 Watergebruik

Watergebruik is een hernieuwbaar natuurlijke hulpbron, maar gebruik van water kan de mogelijkheden voor anderen om dat water te gebruiken beperken en hierdoor tot welvaartsverlies leiden. Dit is het geval als er permanente effecten zijn (zoals verdroging van ecosystemen), tijdelijk tekort aan oppervlaktewater of daling van grondwaterpeil met effecten op ecosystemen (zoals verdroging) of andere gebruikers (zoals grotere kosten om te winnen of verlies van deze waterbron). De effecten van watergebruik zijn sterk afhankelijk van lokale kenmerken zoals de bron van het water ( bijvoorbeeld oppervlaktewater of grondwater) en van de mate dat de bron sterk benut wordt voor waterinning in verhouding tot de natuurlijke aanvulling. De huidige stand van kennis en data laten evenwel niet toe om de schaduwrijzen voor water in te schatten op basis van deze lokale kenmerken. Voor grondwatergebruik zijn er specifieke taksen in functie van de kenmerken van de waterlagen (al dan niet bedreigd). Deze taksen zouden kunnen gebruikt worden als een proxy maar de gebruiksgegevens zijn onvoldoende gedifferentieerd in functie van deze kenmerken.

Omdat Vlaanderen door hoge dichtheid van bevolking en industrie een relatief grote vraag naar water heeft in verhouding tot de beschikbare neerslag scoort Vlaanderen relatief slecht op indicatoren voor waterstress. Dat betekent dat het mogelijk is dat watergebruik door één sector leidt tot beperkingen voor andere gebruikers.





## Bijlage 2. Fiche levenscyclusinventarisatie

Onderstaande figuren geven een beeld van de invulfiche die gebruikt werd om product- en sectorspecifieke LCI-data te inventariseren.

Life cycle inventory questionnaire within the MMG-project
<p>This <b>questionnaire</b> is part of the <b>MMG-project</b> (methodology and database to calculate the material based environmental profile of building elements). The project has been commissioned by OVAM and is performed by VITO, KULeuven (ASRO) and WTCB (BBRI). The goal is to calculate the environmental impacts of building elements. Therefore it is necessary to gather environmental information about the life cycle of building materials, used in building elements.</p> <p>The purpose of this questionnaire is to describe the <b>environmental input and output</b> flows of the different <b>life cycle stages of a specific building material</b> that will be integrated in the MMG database. The <b>blue</b>, <b>green</b> en <b>red</b> coloured sheets need to be filled out in order to be usefull for the MMG-project. Optional information is asked for in the <b>purple</b> coloured sheets.</p> <p>The provided information will be handled confidentially.</p>
<p>In this questionnaire, first some <b>general information</b> about the specific building material is asked for in the <b>blue coloured sheet</b>.</p> <p>Then for the <b>production of the building material from cradle to gate</b> the following environmental issues are focused:</p> <p><b>INPUT flows (green coloured sheet)</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>- use of raw materials (e.g. sand, PE resins)</li><li>- consumption of water (e.g. surface water, water from lake)</li><li>- consumption of energy (e.g. natural gas, electricity, crude oil)</li></ul> <p><b>OUTPUT flows (red coloured sheet)</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>- emissions to air (e.g. volatalic organic compounds, sulphur dioxide)</li><li>- emissions to water (e.g. COD, phosphate)</li><li>- waste (e.g. production waste, packaging waste, ...)</li><li>- other output flows (e.g. byproducts, heat that is released)</li></ul> <p>For the <b>different life cycle phases of the specific building material from gate to grave (transport, processing, maintenance and EOL: see purple coloured sheets)</b>, generic scenarios have been established (see MMG method), so there is no obligatory input required. However, when available, input concerning these life cycle stages can be shared.</p> <p>The <b>information</b> is requested as follows:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- qualitatively (describing the type of flow)</li><li>- quantitavely (describing how much of each type of flow is used/necessary)</li></ul>
<p><b>How to fill out?</b></p> <p>Only the <b>green</b> and <b>orange</b> coloured cells need to be filled out, via <b>drop-down lists for the green coloured cells</b> and <b>manual for the orange coloured cells</b>. If the filling out of specific cells is not relevant: indicate this with "NR".</p>
<p><b>Deze bevraging is opgesteld in het Engels, maar mag ook in het Nederlands ingevuld worden indien gewenst.</b></p> <p><b>Cette enquête est préparée en anglais, mais peut aussi être remplie en français, si souhaité.</b></p>
<p><b>Thank you for cooperating! - Bedankt voor uw medewerking! - Merci pour votre coopération!</b></p>

Figuur 147: LCI-fiche - inleiding

General Information	
<p>First, it is necessary to define the <b>Functional Unit</b>. Default, the functional is defined as <b>1 kg of the end product, unpacked</b>, but you can change the functional unit if necessary.</p>	
<b>Functional unit</b>	1 kg
<p>If you wish to refer to a functional unit, other than those proposed in the drop-down list, please specify below.</p>	
<b>Functional unit</b>	1
<p>When writing specific quantities, please try to make reference to the defined functional unit (FU).</p>	
<p>Since some of the required data depend on the specific function the material is used for, it's necessary to specify the intended function of the material. Try to be as specific as possible.</p>	
<b>Specific function</b>	
<p>Another necessary input, is the estimated reference <b>lifespan</b> of the material, when used for it's function as defined preliminary. The predicted lifespan is necessary to make a correct estimation about the number of replacements needed. The estimated life span of a construction is 60 years.</p>	
<b>Estimated reference life span of material</b>	years

Figuur 148: LCI-fiche - algemene informatie

Input flows      Production of the building material						
<p>Please fill in the information tables below to specify <b>what kind and how much of raw and packaging materials, water and energy are consumed</b> for the production of the specific building material.</p> <p>Please try to refer to the FU.</p>						
Input flows		Raw materials				
<p>How much and what kind of <b>raw materials</b> are needed for the production of the building material? Specify also for each raw material the total average transport distance from the supplier to the production plant.</p>						
Name of raw material	Amount per FU	Unit	Data type	Data source	Transport [km]	Chemical composition of raw material
<p>For each of the previously defined raw materials, please specify their <b>transportation mode</b> from the supplier to the production plant. If a combination of transportation modi is used, please refer to the same raw material and write "combined" as a remark.</p>						
Name of raw material	Transportation mode	Average distance [km]	Loading capacity [%]	Actual load [ton]	Remarks	

Figuur 149: LCI-fiche - inputstromen: productie van bouwmaterialen (grondstoffen)

Input flows    Production of the building material						
Please fill in the information tables below to specify <b>what kind and how much of raw and packaging materials, water and energy are consumed</b> for the production of the specific building material. Please try to refer to the FU.						
<b>Input flows    Water</b> Which and how much <b>water</b> is consumed for the production of the building material?						
Type of water	Amount per FU	Unit	Data type	Data source	Remarks	
<b>Input flows    Energy</b> Which and how much <b>energy</b> is consumed for the production of the building material?						
Energy carrier	Quantity of energy consumed per FU	Unit	Data type	Data source	Remarks	
<b>Input flows    Packaging materials</b> Which and how much <b>packaging materials</b> are needed to pack the building material for transport to clients? Also specify the total average transport distance from the supplier to the production plant.						
Name of packaging material	Amount per FU	Unit	Data type	Data source	Transport [km]	Remarks
For each of the previously defined packaging materials, please specify their <b>transportation mode</b> from the supplier to the production plant. If a combination of transportation modi is used, please refer to the same packaging material and write "combined" as a remark.						
Name of packaging material	Transportation mode	Average distance [km]	Loading capacity [%]	Actual load [ton]	Remarks	

**Figuur 150: LCI-fiche - inputstromen: productie van bouwmaterialen (water, energie en verpakkingsmaterialen)**

Output flows    Production of the building material						
<p>Please fill in the information tables below to specify what <b>kind and how much</b> of output flows are there during the production of the building material? Only <b>process-related emissions</b> need to be included, <b>no energy-related emissions</b>.</p> <p>Please try to refer to the FU.</p>						
<p><b>Output flows    Emissions to air</b></p> <p>How much and what kind of <b>emissions to air</b> are released (after flue gas treatment if relevant) during the production of the building material?</p>						
Name of emission	Amount per FU	Unit	Data type	Data source	Remarks	
<p><b>Output flows    Emissions to water</b></p> <p>How much and what kind of <b>emissions to water</b> are released (after water treatment if relevant) during the production of the building material?</p>						
Name of emission	Amount per FU	Unit	Data type	Data source	Remarks	
<p><b>Output flows    Waste</b></p> <p>How much and what kind of <b>waste</b> is released during the production of the building material? Waste in this context can be: packaging waste (e.g. intermediate packaging), production waste, ...</p>						
Waste flow	Destination of waste	Amount per FU	Unit	Data type	Data source	Remarks
<p><b>Output flows    Other output flows</b></p> <p>How much and what kind of <b>other output flows</b> are there during the production of the building material? (e.g. heat that is released, byproducts).</p>						
Other output flows	What happens with it?	Amount per FU	Unit	Data type	Data source	Remarks

**Figuur 151: LCI-fiche - outputstromen: productie van bouwmaterialen (emissies naar lucht en water, afval en andere stromen)**

Gate to grave    Transport to construction site						
<p>What is the <b>average transport</b> distance from the production site of the building material to the site where further processing will take place or to the construction site? Take into account possible intermediate steps like warehouses.</p> <p><b>Average transport distance</b>      <input type="text"/> km</p> <p>The <b>transportation modi</b> used, can be specified in the table below. If transportation occurs by different transportation modi, please fill in one line for each of the used modi and specify for each of the transportation modi what their average transport distance is, so their contribution to the total distance can be calculated.</p>						
Transportation mode	Average distance [km]	Loading capacity [%]	Actual load [ton]	Data type	Data source	Remarks
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

**Figuur 152: LCI-fiche - van poort tot graf: transport tot de werf**

Gate to grave    Further processing at construction site						
<p>Please fill in the information tables below to specify <b>what kind and how much of ancillary materials, water and energy</b> are consumed and <b>which emissions and waste flows</b> there are during <b>further processing</b> of the specific building material. The further processing of the building material includes processes which can not be executed in the production plant, but need to be carried out at the construction site.</p> <p><b>Input flows    Ancillary materials</b></p> <p>Which and how much <b>ancillary materials</b> are consumed for the further processing of the material into a building or building element? Specify for each material the total average transport distance from the supplier to the construction site.</p>						
Name of ancillary material	Amount per FU	Unit	Data type	Data source	Transport [km]	Remarks
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<p>For each of the previously defined ancillary materials, please specify their <b>transportation mode</b> from the supplier to the construction site. If a combination of transportation modi is used, please refer to the same ancillary material and write "combined" as a remark.</p>						
Name of ancillary material	Transportation mode	Average distance [km]	Loading capacity [%]	Actual load [ton]	Remarks	
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	

**Figuur 153: LCI-fiche - van poort tot graf: andere processen op de werf (inputstromen: hulpmaterialen)**

Gate to grave Further processing at construction site						
Please fill in the information tables below to specify <b>what kind and how much of ancillary materials, water and energy</b> are consumed and <b>which emissions and waste flows</b> there are during <b>further processing</b> of the specific building material. The further processing of the building material includes processes which can not be executed in the production plant, but need to be carried out at the construction site.						
<b>Input flows Water</b>						
Which and how much <b>water</b> is consumed for the further processing of the building material?						
Type of water	Amount per FU	Unit	Data type	Data source	Remarks	
<b>Input flows Energy</b>						
Which and how much <b>energy</b> is consumed for the further processing of the building material?						
Action	Energy carrier	Quantity of energy consumed per FU	Unit	Data type	Data source	Remarks

**Figuur 154: LCI-fiche - van poort tot graf: andere processen op de werf (inputstromen: water en energie)**



Gate to grave Further processing at construction site						
Please fill in the information tables below to specify <b>what kind and how much of ancillary materials, water and energy</b> are consumed and <b>which emissions and waste flows</b> there are during <b>further processing</b> of the specific building material. The further processing of the building material includes processes which can not be executed in the production plant, but need to be carried out at the construction site.						
<b>Output flows Emissions to air</b>						
How much and what kind of <b>emissions to air</b> are released (after flue gas treatment if relevant) during further processing of the building material?						
Name of emission	Amount per FU	Unit	Data type	Data source	Remarks	
<b>Output flows Emissions to water</b>						
How much and what kind of <b>emissions to water</b> are released (after water treatment if relevant) during further processing of the building material?						
Name of emission	Amount per FU	Unit	Data type	Data source	Remarks	
<b>Output flows Waste</b>						
How much and what kind of <b>waste</b> is released during further processing of the building material? Waste in this context can be: left-over's, ...						
Waste flow	Destination of waste	Amount per FU	Unit	Data type	Data source	Remarks

**Figuur 155: LCI-fiche - van poort tot graf: andere processen op de werf (outputstromen: emissies tot lucht en water en afval)**

Gate to grave Maintenance						
Please fill in the information tables below to specify <b>what kind and how much of ancillary materials, water and energy</b> are consumed for maintenance of the building material and <b>which emissions and waste</b> flows there are. Only consider <b>maintenance, this does not include cleaning</b> .						
<b>Input flows</b> <b>Ancillary materials</b>						
Which and how much <b>ancillary materials</b> are consumed for the maintenance of the building material? Specify for each material the total average transport distance from the supplier to the building.						
Name of ancillary material	Amount per FU	Unit	Data type	Data source	Transport [km]	Remarks
For each of the previously defined ancillary materials, please specify their <b>transportation mode</b> from the supplier to the building. If a combination of transportation modi is used, please refer to the same ancillary material and write "combined" as a remark.						
Name of ancillary material	Transportation mode	Average distance [km]	Loading capacity [%]	Actual load [ton]	Remarks	
<b>Input flows</b> <b>Water</b>						
Which and how much <b>water</b> is consumed for maintenance of the material?						
Type of water	Amount per FU	Unit	Data type	Data source	Remarks	
<b>Input flows</b> <b>Energy</b>						
Which and how much <b>energy</b> is consumed for the maintenance of the building material?						
Energy carrier	Quantity of energy consumed per FU	Unit	Data type	Data source	Remarks	

**Figuur 156: LCI-fiche - van poort tot graf: onderhoud (inputstromen: hulpmaterialen, water en energie)**

Gate to grave Maintenance						
Please fill in the information tables below to specify <b>what kind and how much of ancillary materials, water and energy</b> are consumed for maintenance of the building material and <b>which emissions and waste</b> flows there are. Only consider <b>maintenance, this does not include cleaning</b> .						
<b>Output flows Emissions to air</b>						
How much and what kind of <b>emissions to air</b> are released (after flue gas treatment if relevant) during maintenance of the building material?						
Name of emission	Amount per FU	Unit	Data type	Data source	Remarks	
<b>Output flows Emissions to water</b>						
How much and what kind of <b>emissions to water</b> are released (after water treatment if relevant) during maintenance?						
Name of emission	Amount per FU	Unit	Data type	Data source	Remarks	
<b>Output flows Waste</b>						
How much and what kind of <b>waste</b> is released during maintenance of the building material?						
Waste flow	Destination of waste	Amount per FU	Unit	Data type	Data source	Remarks

**Figuur 157: LCI-fiche - van poort tot graf: onderhoud (outputstromen: emissies naar lucht, water en afval)**

Gate to grave    End of Life					
Please fill in the information tables below concerning the <b>End of Life treatment</b> of the building material after its reference estimated lifespan.					
Gate to grave		EOL	Scenarios		
Which <b>EOL scenarios</b> will occur and how much do they participate in the total EOL-treatment? Specify for each material the total average transport distance.					
EOL scenario	Treatment participation [%]	Data type	Data source	Transport [km]	Remarks
		<b>ERROR</b> Please ensure that the total of the different EOL scenarios equals 100%			
Gate to grave		EOL	Transport		
For each of the previously defined EOL scenarios, please specify their <b>transportation mode</b> from the building/construction site to the EOL-treatment. If a combination of transportation modes is used, please refer to the same scenario and write "combined" as a remark.					
EOL scenario	Transportation mode	Average distance [km]	Loading capacity [%]	Actual load [ton]	Remarks

**Figuur 158: LCI-fiche - van poort tot graf: end-of-life (scenario's en transport naar de end-of-life-verwerkingsite)**

## Bijlage 3. LCA van materialen op basis van sector- of productspecifieke LCI

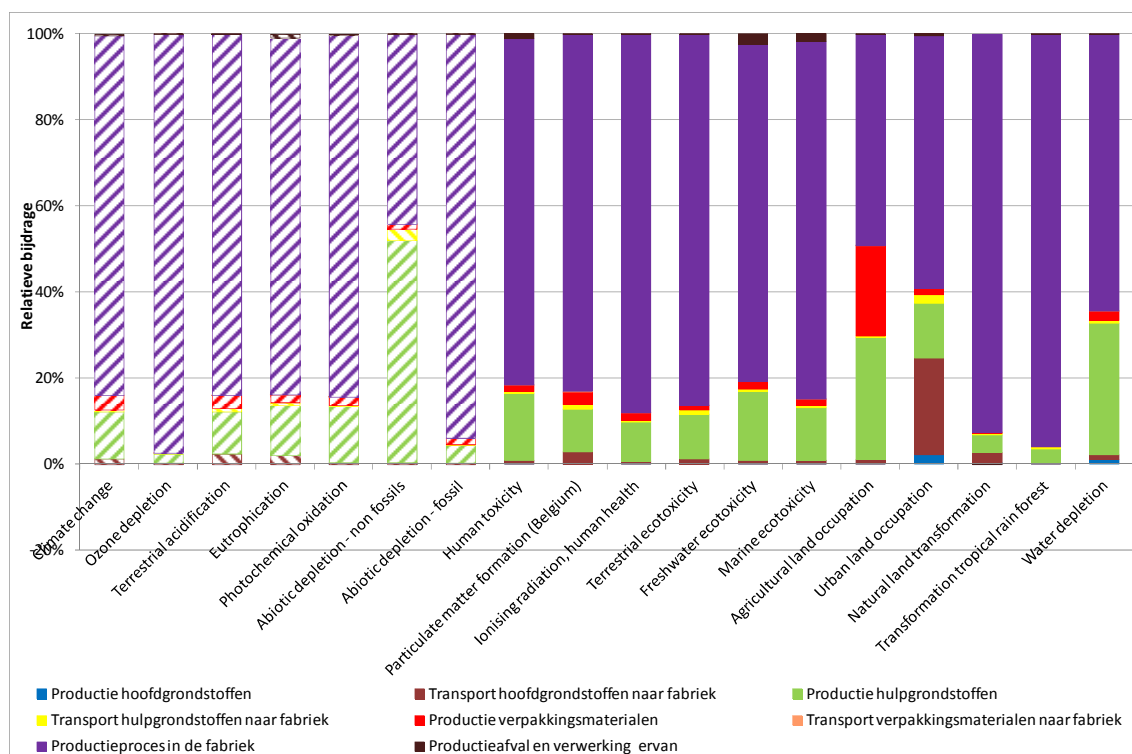
Tijdens de stakeholderconsultatie werd een oproep gedaan om via de LCI-fiche weergegeven in [Bijlage 2](#) sector- of producentsepcifieke LCI-data aan te leveren. De betrokken producent of sectororganisatie kan dan zijn product laten evalueren volgens de MMG-bepalingsmethode (enkel cradle-to-grave LCA). Onderstaande bedrijven en sectororganisaties zijn ingegaan op de oproep.

- **Isover:** 1m<sup>2</sup> glaswolmat, dikte 16cm, R = 4.57m<sup>2</sup>K/W
- **Rockwool:** 1m<sup>2</sup> rotswol, dikte 10 cm, R = 2.75m<sup>2</sup>K/W
- **Eternit:** 1 ton daklei uit vezelcement (met afwerking)
- **BBF:** 1 ton snelbouwsteen
- **BBF:** 1 ton lichtgewicht snelbouwsteen
- **BBF:** 1 ton gevelsteen
- **BBF:** 1 ton kleidakpan
- **BLGV / Gyproc:** 1m<sup>2</sup> gipskartonplaat, dikte 12.5mm
- **Infosteel:** 1kg constructiestaal, warmgewalst profielen en zware plaat
- **Solvay:** 1kg PVC voor bouwcomponenten (ramen, buizen, etc.)

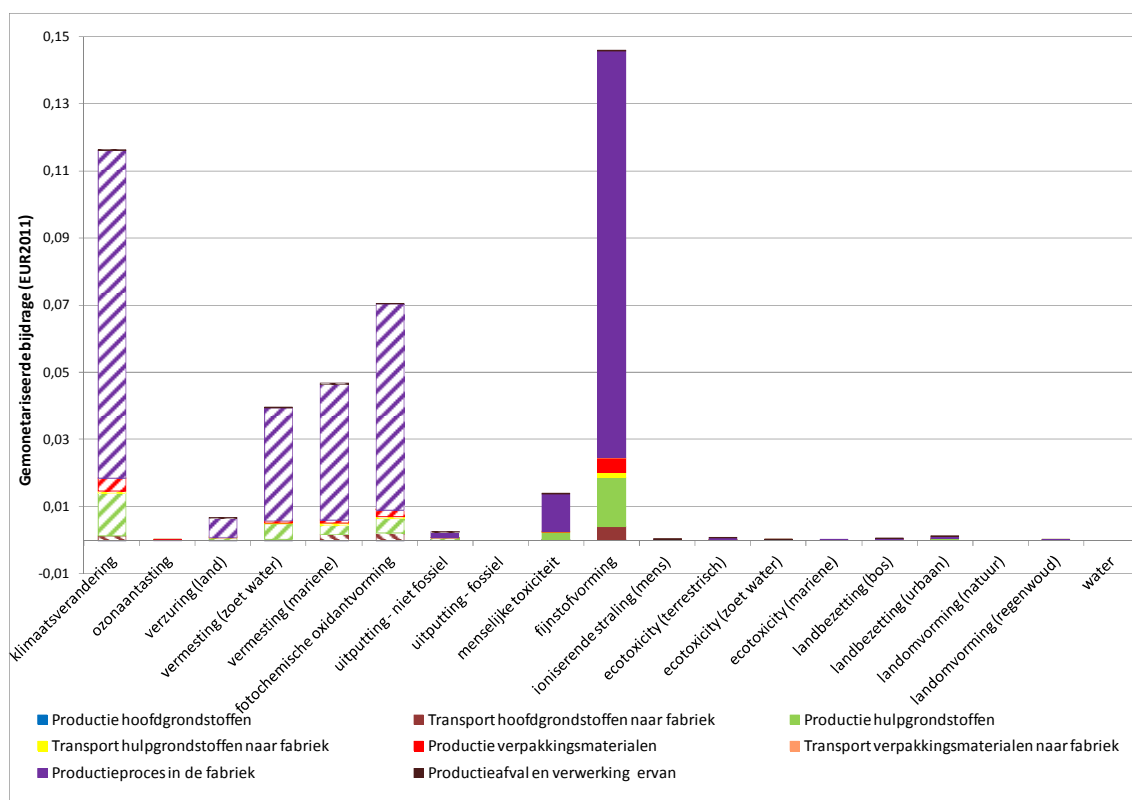
Gezien Infosteel en Solvay geen zuivere LCI-data aanleverde, maar EPD-gegevens conform de Europese richtlijnen, kon de bepaling van CEN+ milieuscores (zowel op individueel, gemonetariseerd als geaggregeerd niveau) niet opgemaakt worden. Voor de andere aangeleverde data kon wel een volledig milieuprofiel van het bouw materiaal gegeven worden.

In de volgende paragrafen worden de milieuscores besproken van enkele opgesomde producten waarvan de sectororganisatie of producent zijn toelating gaf om de resultaten te publiceren in dit rapport.

## ISOVER glaswolisolatie



**Figuur 159: relatieve bijdrage van 1m<sup>2</sup> glaswol van ISOVER tot individuele milieu-indicatoren, uitgedrukt per levenscyclusfase.**



**Figuur 160: absolute bijdrage van 1m<sup>2</sup> glaswol van ISOVER tot milieu-indicatoren, uitgedrukt in euro per levenscyclusfase.**

## Beschrijving van materiaal

Het geanalyseerde product is een glaswolplaat met merknaam Isoconfort 35. De plaat heeft een dikte van 160 mm en een gewicht van 3,072 kg per m<sup>2</sup>. In bovenstaande grafieken worden de milieu-impacten van 1m<sup>2</sup> glaswolplaat weergegeven.

Saint-Gobain ISOVER leverde voor deze analyse specifieke data aan. Hoofdbestanddelen van de glaswolplaat zijn gerecycleerd glas en zand. Hulpgrondstoffen zijn calcium, soda en een 'binder'. Voor de productie wordt voornamelijk aardgas gebruikt en verder ook Europese elektriciteit.

Verpakking van de glaswol voor transport gebeurt met een polyethyleenfilm.

Ruwe materialen en energie worden gemodelleerd aan de hand van de geharmoniseerde ecoinventdata.

## Interpretatie van resultaten

### Invloed van levenscyclusfases op het levenscyclusmilieuprofiel

De invloed van het productieproces is in alle milieu-impactcategorieën zeer belangrijk of dominant. Dit is voornamelijk te wijten aan het energieverbruik (aardgas) voor het productieproces. De productie van hulpgrondstoffen is dominant in de categorie 'uitputting-niet fossiel' en zeer belangrijk in de meeste andere categorieën. De invloed is in bijna alle categorieën voor een groot deel te wijten aan de binder. In de categorie "landbezetting (urbaan)" heeft het transport van de hoofdgrondstoffen een zeer belangrijke invloed. De hoofdgrondstoffen worden per schip aangeleverd. Deze dominante impact valt te verklaren door het gebruik van de haveninfrastructuur.

De hoofdgrondstoffen hebben een verwaarloosbare invloed. Dit komt omdat voornamelijk gerecycleerde materialen ingezet worden.

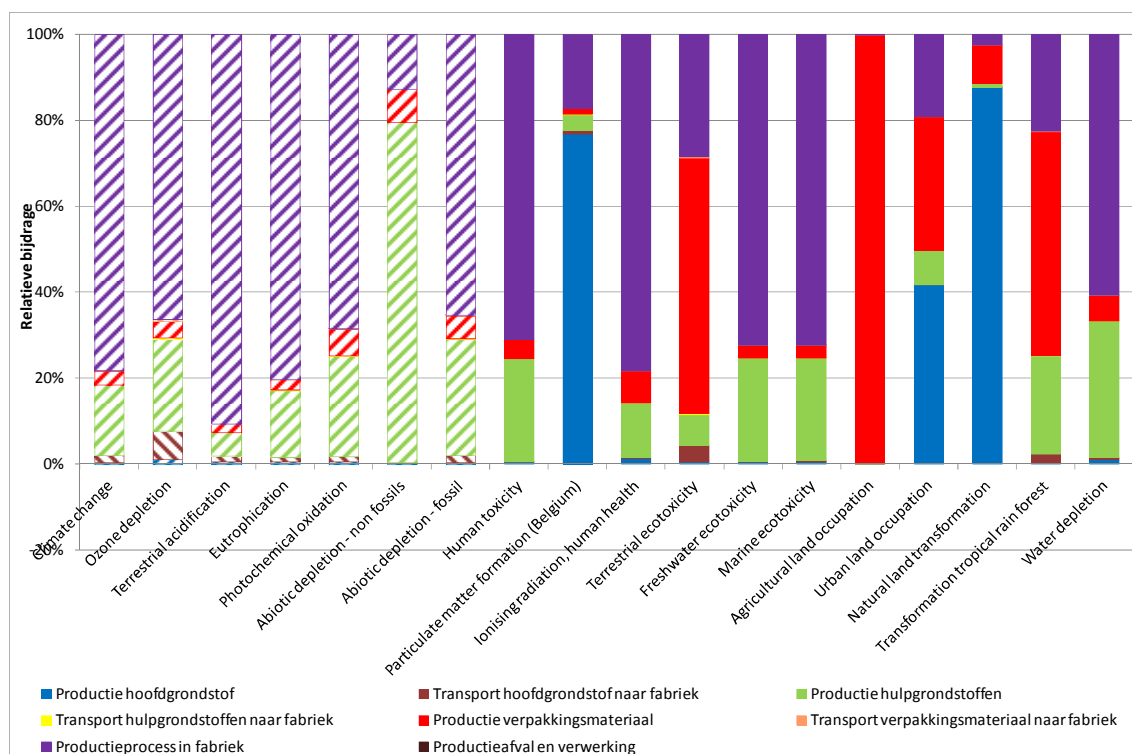
### Invloed van milieu-indicatoren op het levenscyclusmilieuprofiel

De meest dominerende milieu-indicatoren over de gehele levenscyclus van de Isoconfort 35 glaswolmat zijn achtereenvolgens "fijnstofvorming", "klimaatverandering", "fotochemische oxidantvorming" en "vermesting (mariene)". Andere gemonetariseerde milieu-indicatoren tellen minder dan 10% van het totaal geaggregeerd milieuprofiel.

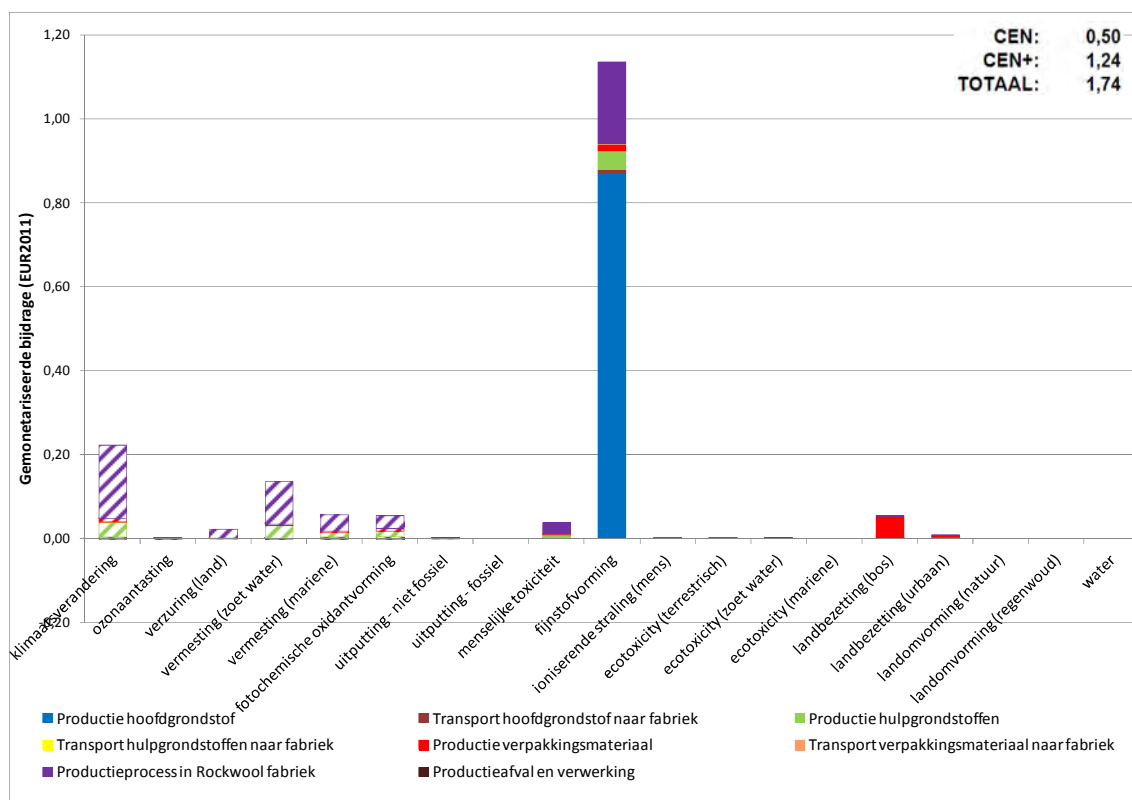
Het productieproces zorgt voor de belangrijkste bijdrage in deze categorieën. In de categorie "fijnstofvorming" zijn dit vooral energiegerelateerde emissies van NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub> en kleine stofdeeltjes (i.e. PM<2.5µm), maar ook procesgerelateerde emissies dragen bij. Potentiële impacten ten aanzien van klimaatveranderingen zijn hoofdzakelijk te verklaren door uitstoot van CO<sub>2</sub> (en in mindere mate methaan) bij energiegerelateerde productieprocessen. Ook in de categorie "fotochemische oxidantvorming" heeft de verbranding van aardgas voor de productie de belangrijkste invloed (vrijkomen SO<sub>2</sub> en methaan). NO<sub>x</sub>-emissies, hoofdzakelijk te wijten aan mijnactiviteiten en achterliggende transportactiviteiten, dragen bij tot "mariene vermesting".



## ROCKWOOL rotswolisolatie



**Figuur 161: relatieve bijdrage van 1m² Rockwool tot individuele milieu-indicatoren, uitgedrukt per levenscyclusfase.**



**Figuur 162: absolute bijdrage van 1m² Rockwool tot milieu-indicatoren, uitgedrukt in euro per levenscyclusfase.**

## Beschrijving van materiaal

Het geanalyseerde product is een minerale wol met een isolerend vermogen  $R_d = 2,75 \text{ m}^2 \text{ K/W}$ . De mat heeft een dikte van 10 cm. In bovenstaande grafieken worden de milieu-impacten van  $1 \text{ m}^2$  mat weergegeven.

Rockwool leverde voor deze analyse specifieke data aan. Het hoofdbestanddeel is basalt en hulpgrondstoffen zijn onder andere briketten en een 'binder'. Voor de productie worden Europese elektriciteit gebruikt, aardgas en steenkool.

Verpakking van Rockwool voor transport gebeurt met een polyethyleenfilm en houten paletten. Producent Rockwool gebruikt op maat gemaakte paletten die zich goed lenen tot het vervoer van het isolatiemateriaal.

Ruwe materialen en energie worden gemodelleerd aan de hand van de geharmoniseerde ecoinventurdata. Infrastructuur werd buiten beschouwing gelaten.

## Interpretatie van resultaten

### Invloed van levenscyclusfases op het levenscyclusmilieuprofiel

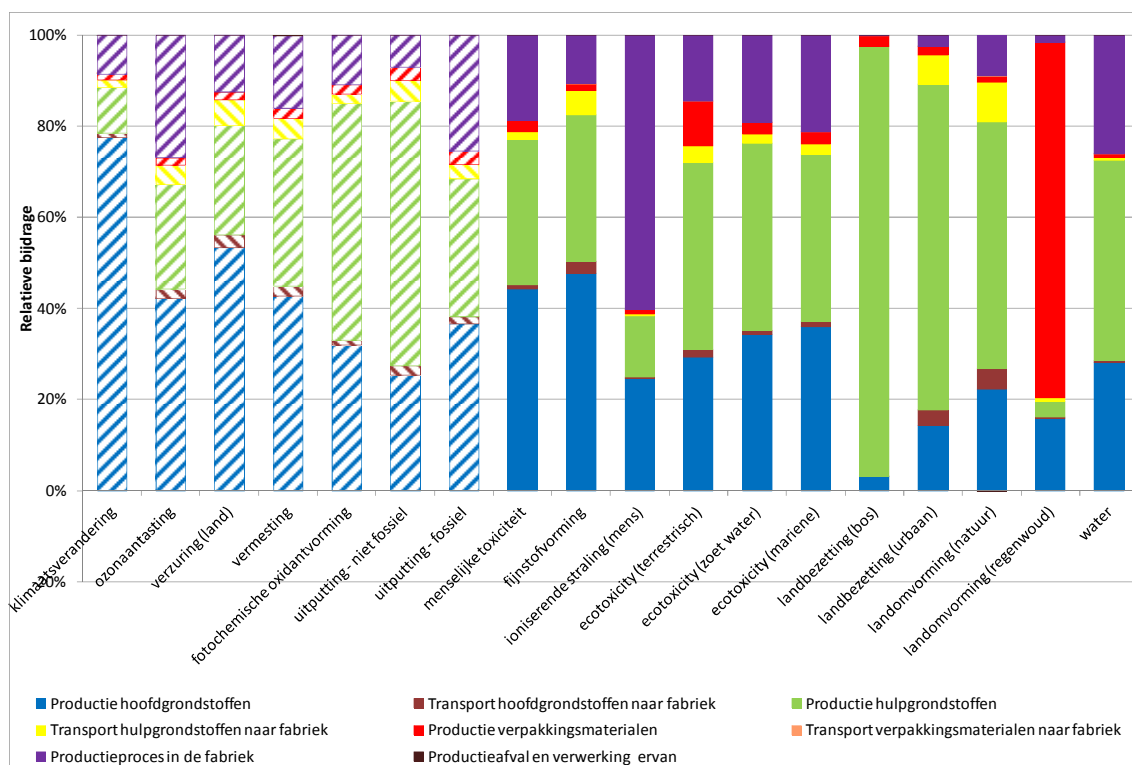
De productie van Rockwool in de fabriek is het dominerende proces voor de meeste milieu-indicatoren. De productie van verpakkingsmaterialen is dominant in de categorieën "landbezetting (bos)", "terrestrische ecotoxiciteit" en "landomvorming (regenwoud)". Dit is het gevolg van het gebruik van de houten paletten als verpakkingsmateriaal. De productie van de hulpgrondstoffen is de dominante levenscyclusfase in de impactcategorie "uitputting – niet fossiel". De hoofdgrondstof basalt, heeft een zeer belangrijke invloed op de categorie "fijnstofvorming".

### Invloed van milieu-indicatoren op het levenscyclusmilieuprofiel

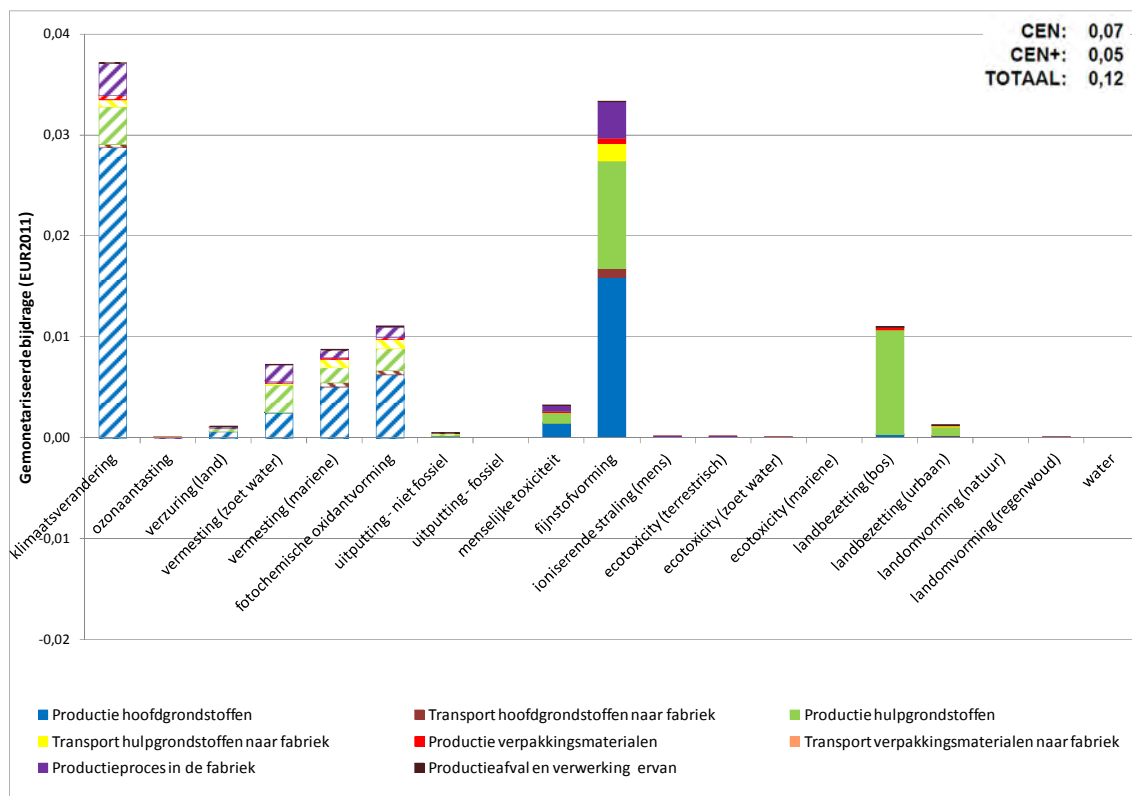
De meest dominerende milieu-indicatoren over de gehele levenscyclus van Rockwool zijn achtereenvolgens "fijnstofvorming", "klimaatverandering" en "vermesting (zoet water + mariene)". Andere gemonetariseerde milieu-indicatoren tellen minder dan 10% van het totaal geaggregeerd milieuprofiel.

Uitstoot van stofdeeltjes (zowel  $\text{PM}_{<2.5\mu\text{m}}$  als  $\text{PM}_{>2.5\mu\text{m}}$  en  $<10\mu\text{m}$ ) en in mindere mate  $\text{SO}_2$ ,  $\text{NO}_x$  en  $\text{NH}_3$  zijn verantwoordelijk voor potentiële impacten ten aanzien van "fijnstofvorming". Deze emissies komen hoofdzakelijk vrij tijdens het delven van basalt als grondstof voor de Rockwool, en bij het delven van steenkool als energiedrager. Daarnaast komen ook nog stofdeeltjes (en precursoren) vrij tijdens het productieproces. Potentiële impacten ten aanzien van klimaatveranderingen zijn hoofdzakelijk te verklaren door uitstoot van  $\text{CO}_2$  (en in mindere mate methaan) bij energiegerelateerde productieprocessen. Fosfaten die vrijkomen in het grondwater bij het delven van bruin- en steenkool, nodig voor (West-Europese) elektriciteitsproductie, dragen het meest bij tot potentiële impacten ten aanzien van "zoetwatervermesting". Anderzijds dragen  $\text{NO}_x$ -emissies (hoofdzakelijk te wijten aan mijnactiviteiten en achterliggende transportactiviteiten) eveneens bij tot "mariene vermesting".

# ETERNIT leien



**Figuur 163: relatieve bijdrage van 1kg Eternit leien tot individuele milieu-indicatoren, uitgedrukt per levenscyclusfase.**



**Figuur 164: absolute bijdrage van 1kg Eternit leien tot milieu-indicatoren, uitgedrukt in euro per levenscyclusfase.**

## Beschrijving van materiaal

Het geanalyseerde product is een 1 kg leien van het merk Eternit. De weergegeven resultaten zijn op basis van een cradle-to-gate LCA. Eternit leverde voor deze analyse specifieke data aan.

De leien kunnen gebruikt worden als dak- of gevelbedekking. De hoofdbestanddelen van de leien zijn Portland cement, kalksteenmeel en water. Hulpgrondstoffen zijn silica, cellulosevezels, PVA (poly-vinyl-acetaat) vezels en een afwerkingslaag. Voor de productie wordt een Belgische elektriciteitsmix gebruikt evenals aardgas en propaan.

Verpakking van de leien voor transport gebeurt met karton, een polyethyleenfilm en houten paletten.

Ruwe materialen en energie werden gemodelleerd aan de hand van de geharmoniseerde ecoinventdata.

## Interpretatie van resultaten

### Invloed van levenscyclusfases op het levenscyclusedmilieuprofiel

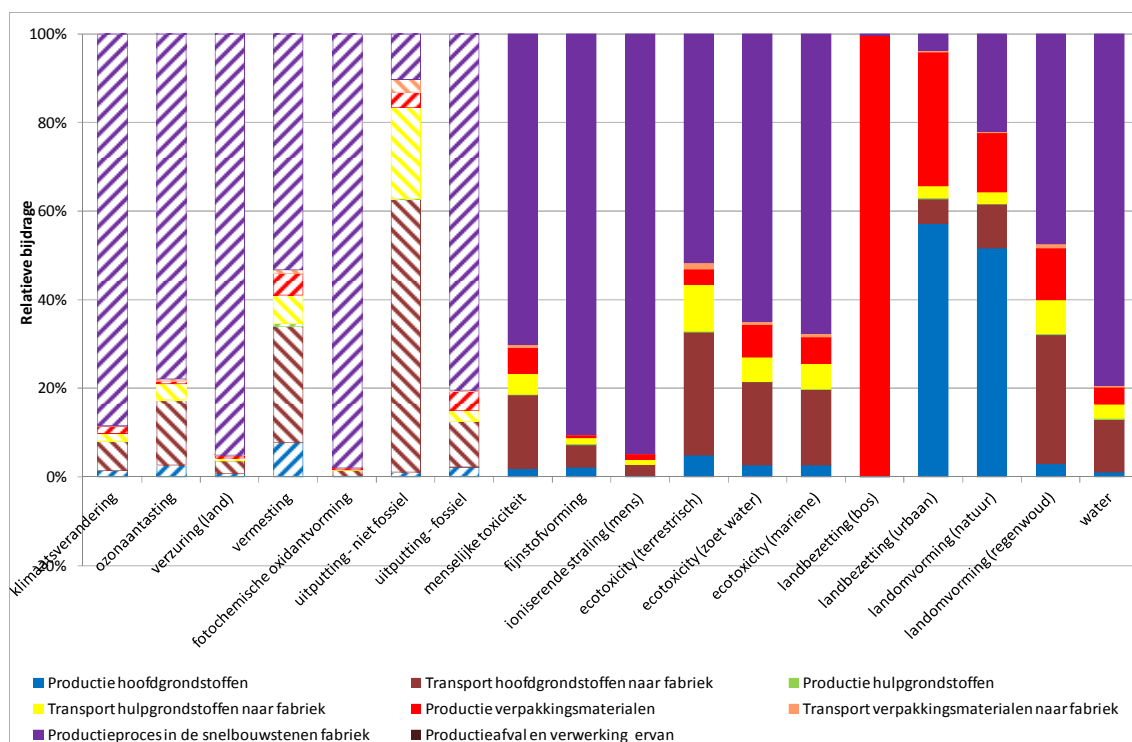
De productie van de grondstoffen (hoofd- en hulp-) is de dominante levenscyclusfase voor de meeste milieu-impact categorieën. In de categorie "klimaatsverandering" is de impact voornamelijk te wijten aan de productie van klinkersteen voor de aanmaak van Portland cement. In de categorie "fijnstofvorming" is eveneens de impact van de klinkerproductie zeer belangrijk. Bovendien heeft ook de productie van de cellulosevezels enige invloed. In de categorie "ioniserende straling (mens)" heeft het productieproces een dominante invloed. Dit is het gevolg van het gebruik van een Belgische elektriciteitsmix. In de categorie "landomvorming (regenwoud)" is de productie van verpakkingsmaterialen dominant. De oorzaak hiervan is het gebruik van karton voor de verpakking. Uit figuur 2 blijkt wel dat deze laatste twee milieu-indicatoren een verwaarloosbare invloed hebben op het levenscyclusedmilieuprofiel.

### Invloed van milieu-indicatoren op het levenscyclusedmilieuprofiel

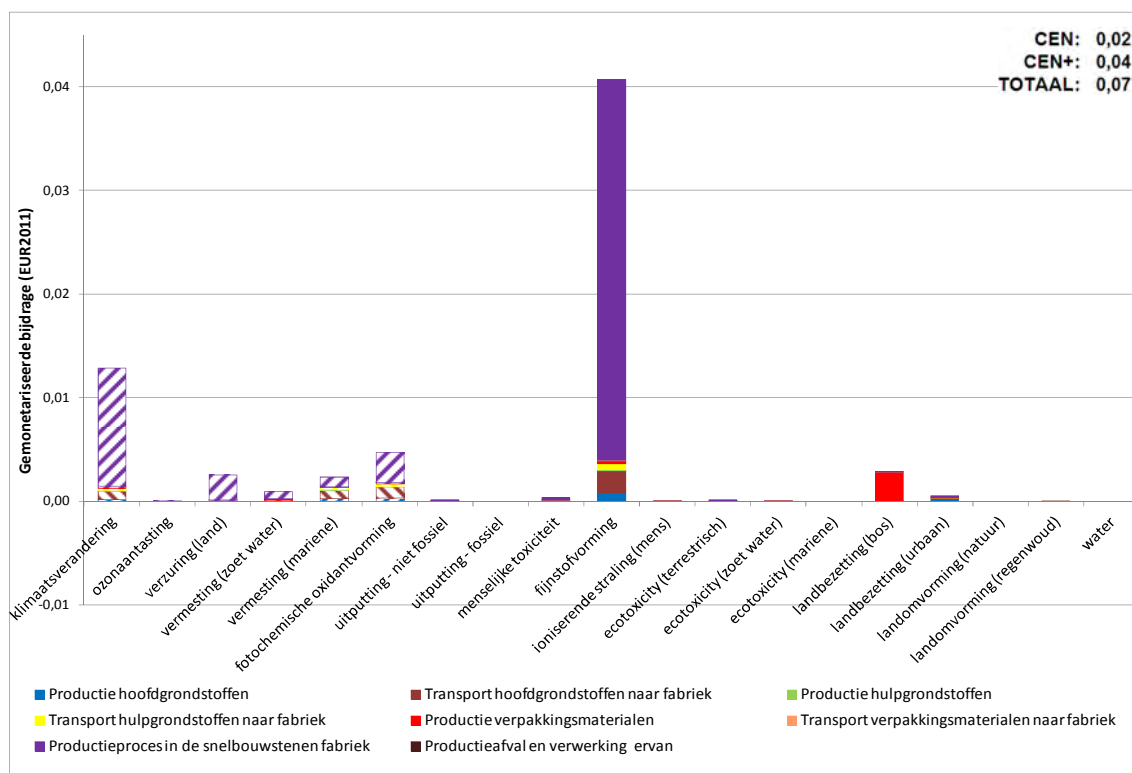
De meest dominerende milieu-indicatoren over de gehele levenscyclus van Eternit zijn achtereenvolgens "klimaatsverandering", "fijnstofvorming", "fotochemische oxidantvorming" en "landbezetting (bos)". Andere gemonetariseerde milieu-indicatoren tellen minder dan 10% van het totaal geaggregeerd milieuprofiel.

Uitstoot van stofdeeltjes (zowel PM<sub>2.5</sub> als PM<sub>10</sub>) en in mindere mate SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> en NH<sub>3</sub> zijn verantwoordelijk voor potentiële impacten ten aanzien van "fijnstofvorming". Deze emissies komen hoofdzakelijk vrij tijdens de productie van de klinkersteen nodig voor het maken van Portlandcement. Potentiële impacten ten aanzien van klimaatsveranderingen zijn hoofdzakelijk te verklaren door uitstoot van CO<sub>2</sub> (en in mindere mate methaan) bij de productie van de klinkersteen. In de categorie "fotochemische oxidantvorming" hebben de PVA-vezels een belangrijke invloed. De bijdrage aan de categorie "landbezetting (bos)" wordt hoofdzakelijk veroorzaakt door de cellulosevezels die als hulpgrondstof gebruikt worden.

## BBF snelbouwbaksteen



**Figuur 165: relatieve bijdrage van 1kg snelbouwbaksteen (BBF) tot individuele milieu-indicatoren, uitgedrukt per levenscyclusfase (cradle-to-gate).**



**Figuur 166: absolute bijdrage van 1kg snelbouwbaksteen tot milieu-indicatoren, uitgedrukt in euro per levenscyclusfase (cradle-to-gate).**

## Beschrijving van materiaal

Het geanalyseerde product is 1 kg snelbouwstenen. De weergegeven resultaten zijn op basis van een LCA van de gemiddelde snelbouwsteen (binnenmuur) die geproduceerd wordt in een representatieve productielocatie<sup>105</sup>. De Belgische Baksteen Federatie leverde voor deze analyse specifieke data aan. De hierboven weergegeven resultaten zijn op basis van een cradle-to-gate LCA. Proces specifieke emissies (drogen/bakken) afkomstig van de klei (bv. SO<sub>2</sub> omwille van S gehalte klei, CO<sub>2</sub> omwille van hoog C gehalte in klei, of schiste) werden in rekening gebracht.

Snelbouwbakstenen zijn holle bakstenen met als hoofdbestanddelen klei, zand en leesteen. Tijdens het productieproces wordt het kleimengsel geëxtrudeerd, gedroogd en gebakken. Voor de productie worden een Belgische elektriciteitsmix, aardgas en diesel gebruikt.

Verpakking van de snelbouwstenen voor transport gebeurt met een LDPE film en paletten van hardhout.

Ruwe materialen en energie werden gemodelleerd aan de hand van ecoinventdata.

## Interpretatie van resultaten

### Invloed van levenscyclusfases op het levenscyclusmilieuprofiel

De productie van snelbouwsteen geldt als de dominerende levenscyclusfase voor de meeste individuele milieu-indicatoren (i.e. meer dan 50% van het milieuprofiel), behalve in de categorieën “uitputting – niet fossiel”, “landbezetting (bos)”, “landbezetting (urbaan)” en “landomvorming (natuur)”.

In de categorie “uitputting - niet fossiel” zijn beide transportstappen dominant. De impact is te wijten aan de productie en het onderhoud van vrachtwagens. In de categorie “landbezetting (bos)”, zorgen de houten paletten voor verpakking voor een dominante impact. De ontginning van de hoofdgrondstoffen heeft een dominante impact in de categorieën “landbezetting (urbaan)” en “landomvorming (natuur)”.

### Invloed van milieu-indicatoren op het levenscyclusmilieuprofiel

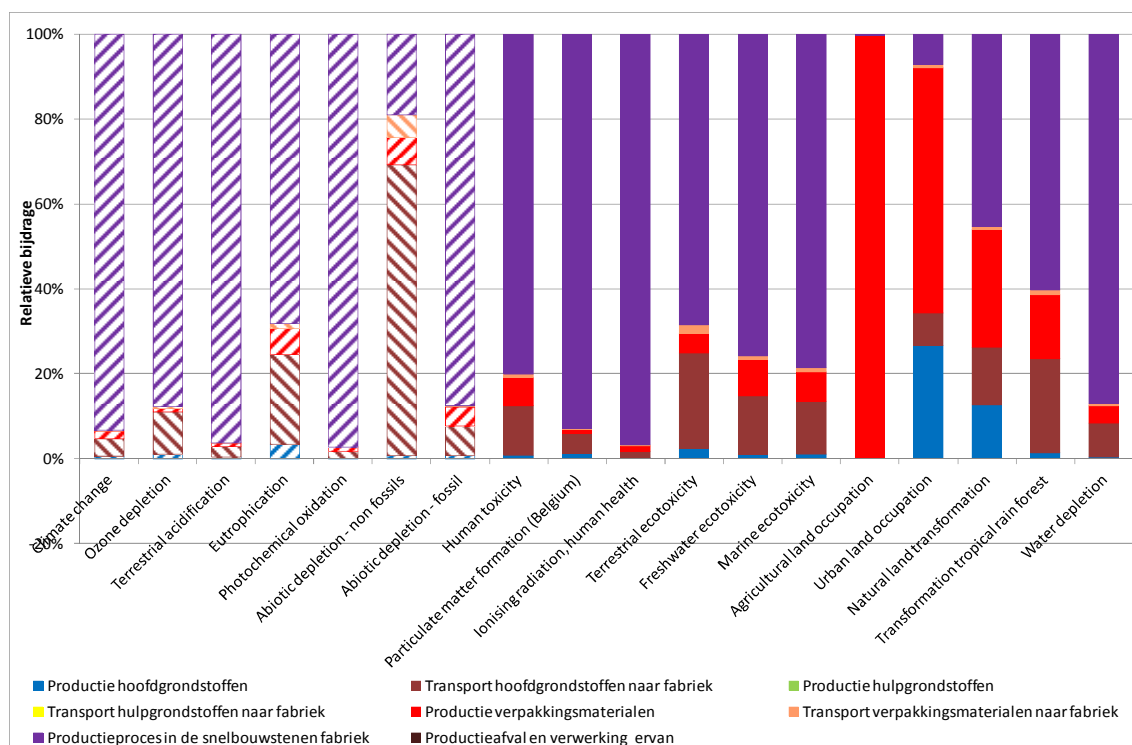
De meest dominerende milieu-indicatoren over de gehele levenscyclus van snelbouwstenen zijn achtereenvolgens “fijnstofvorming” en “klimaatverandering”. Andere gemonetariseerde milieu-indicatoren tellen minder dan 10% van het totaal geaggregeerd milieuprofiel.

De potentiële bijdrage van CO<sub>2</sub>-emissies tot “klimaatverandering” is hoofdzakelijk te wijten aan de proces specifieke en energiegerelateerde emissies tijdens het productieproces van de snelbouwbaksteen. De productieprocessen zijn tevens verantwoordelijk voor de grootste uitstoot (>90% van de impact) van NO<sub>x</sub>, kleine stofdeeltjes (i.e. PM<2.5µm) en SO<sub>2</sub> die mogelijks bijdrage leveren tot fijnstofvorming.

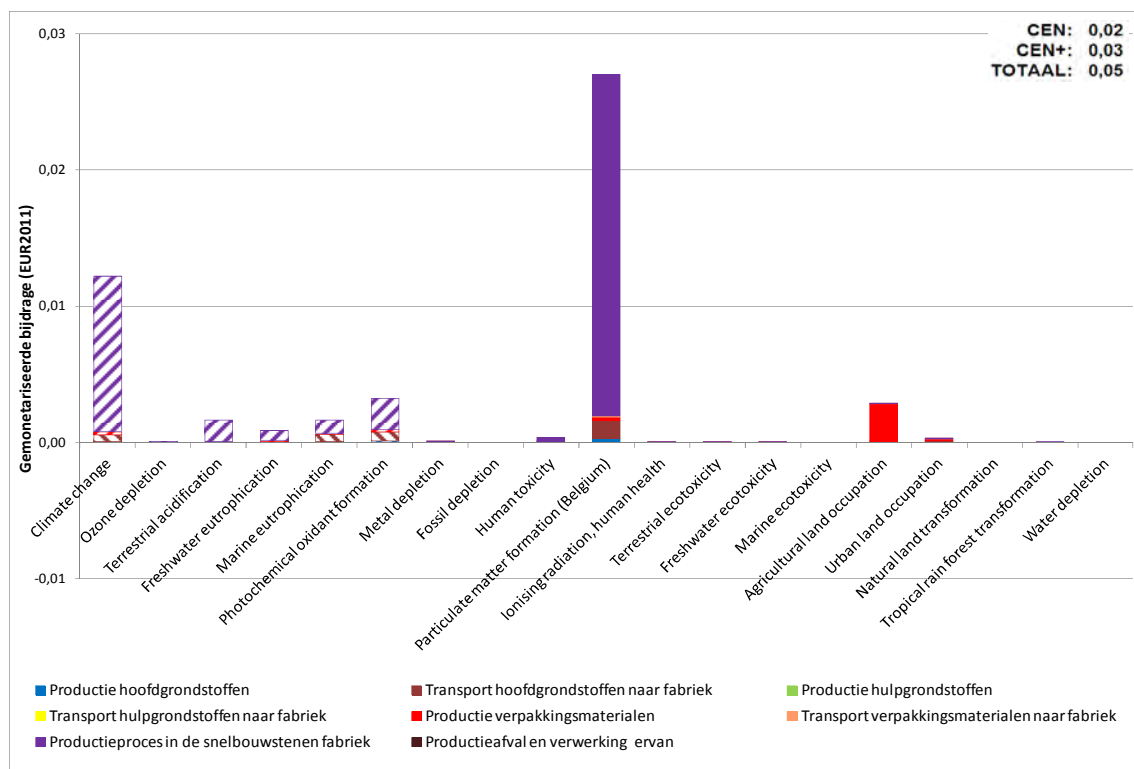
---

<sup>105</sup> De representatieve productielocatie werd bepaald door de input- en outputgegevens (bv. energieverbruik, SO<sub>2</sub>-emissies) van alle Belgische steenbakkerijen te bevragen, hiervan de minima, maxima en gewogen gemiddelde (rekening houdend met productievolume) te berekenen per parameter. Als representatieve productielocatie is vervolgens die locatie gekozen die het meest aansluit bij het sectorgemiddelde. De LCA werd uiteindelijk uitgevoerd met gegevens van die representatieve productielocatie voor snelbouwstenen.

## BBF lichtgewicht snelbouwbaksteen



**Figuur 167: relatieve bijdrage van 1kg lichtgewicht snelbouwsteen (BBF) tot individuele milieu-indicatoren, uitgedrukt per levenscyclusfase (cradle-to-gate).**



**Figuur 168: absolute bijdrage van 1kg lichtgewicht snelbouwsteen tot milieu-indicatoren, uitgedrukt in euro per levenscyclusfase (cradle-to-gate).**



## Beschrijving van materiaal

Het geanalyseerde product is 1 kg lichtgewicht snelbouwstenen. De weergegeven resultaten zijn op basis van een LCA van de gemiddelde snelbouwsteen (binnenmuur) die geproduceerd wordt in een representatieve productielocatie<sup>106</sup>. De Belgische Baksteen Federatie leverde voor deze analyse specifieke data aan. De hierboven weergegeven resultaten zijn op basis van een cradle-to-gate LCA. Proces specifieke emissies (drogen/bakken) afkomstig van de klei (bv. SO<sub>2</sub> omwille van S gehalte klei, CO<sub>2</sub> omwille van hoog C gehalte in klei, of schiste) werden in rekening gebracht.

Lichtgewicht snelbouwbakstenen zijn holle bakstenen die in combinatie met lijm of mortel gebruikt worden voor de constructie van binnenmuren. Hoofdbestanddelen van de stenen zijn klei, zand, leisteel, papiervezels en gebroken keramisch materiaal. Tijdens het productieproces wordt het kleimengsel geëxtrudeerd, gedroogd en gebakken. Voor de productie worden een Belgische elektriciteitsmix, aardgas en diesel gebruikt. In vergelijking met traditionele snelbouwstenen, werd voor de lichtgewicht snelbouwstenen het mengsel van ruwe materialen en de toelevering ervan aangepast om de milieu-impacten te verminderen. Zo werd als alternatief voor de delfstoffen gebroken keramisch materiaal en papiervezel ingezet en gebeurt het transport per boot. Bovendien werd een proces optimalisatie doorgevoerd om emissies naar de lucht te verminderen.

Verpakking van de lichtgewicht snelbouwstenen voor transport gebeurt met een LDPE film en paletten van hardhout.

Ruwe materialen en energie werden gemodelleerd aan de hand van ecoinventdata.

## Interpretatie van resultaten

### Invloed van levenscyclusfases op het levenscyclusmilieuprofiel

De productie van lichtgewicht snelbouwsteen geldt als de dominerende levenscyclusfase voor de meeste individuele milieu-indicatoren (i.e. meer dan 50% van het milieuprofiel), behalve in de categorieën "uitputting – niet fossiel", "landbezetting (bos)", "landbezetting (urbaan)" en "landomvorming (natuur)".

In de categorie "uitputting - niet fossiel" zijn beide transportstappen dominant. De impact is te wijten aan de productie en het onderhoud van vrachtwagens. In de categorieën "landbezetting (bos)" en "landbezetting (urbaan)", zorgen de houten paletten voor verpakking voor een dominante impact.

### Invloed van milieu-indicatoren op het levenscyclusmilieuprofiel

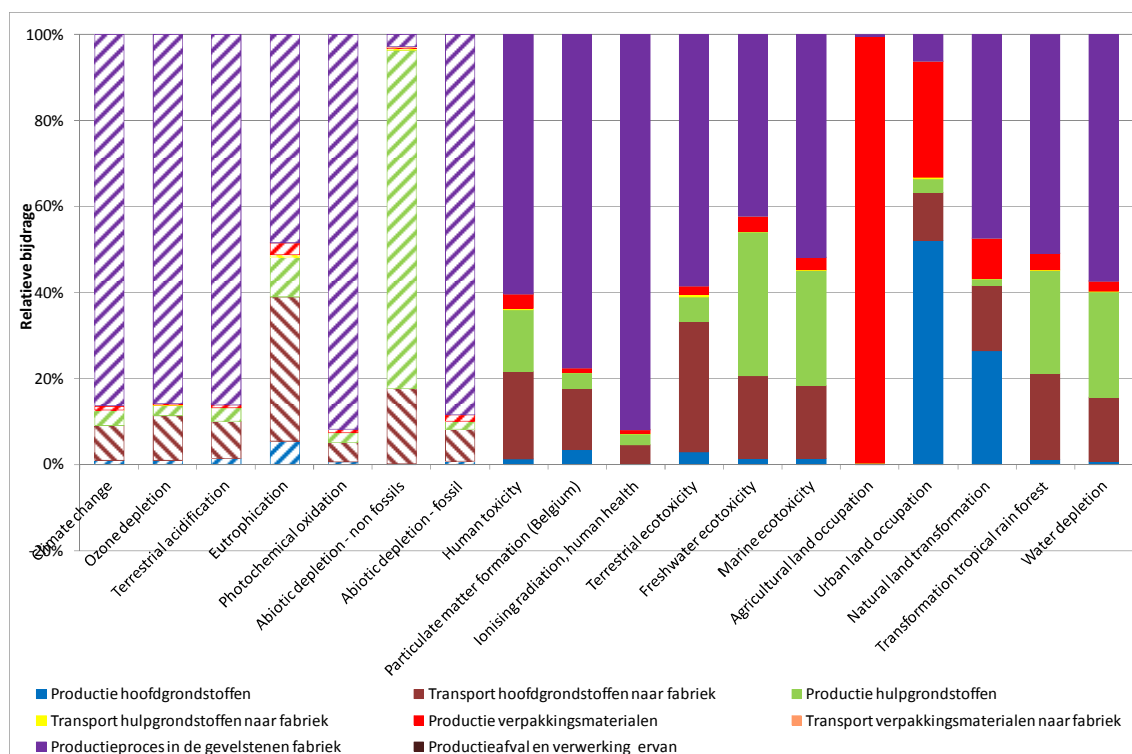
De meest dominerende milieu-indicatoren over de gehele levenscyclus van snelbouwstenen zijn achtereenvolgens "fijnstofvorming" en "klimaatverandering". Andere gemonetariseerde milieu-indicatoren tellen minder dan 10% van het totaal geaggregeerd milieuprofiel.

De potentiële bijdrage van CO<sub>2</sub>-emissies tot "klimaatverandering" is hoofdzakelijk te wijten aan de proces specifieke en energiegerelateerde emissies tijdens het productieproces van de lichtgewicht snelbouwbaksteen. De productieprocessen zijn tevens verantwoordelijk voor de grootste uitstoot (>90% van de impact) van NO<sub>x</sub>, kleine stofdeeltjes (i.e. PM<2.5µm) en SO<sub>2</sub> die mogelijk bijdrage leveren tot fijnstofvorming.

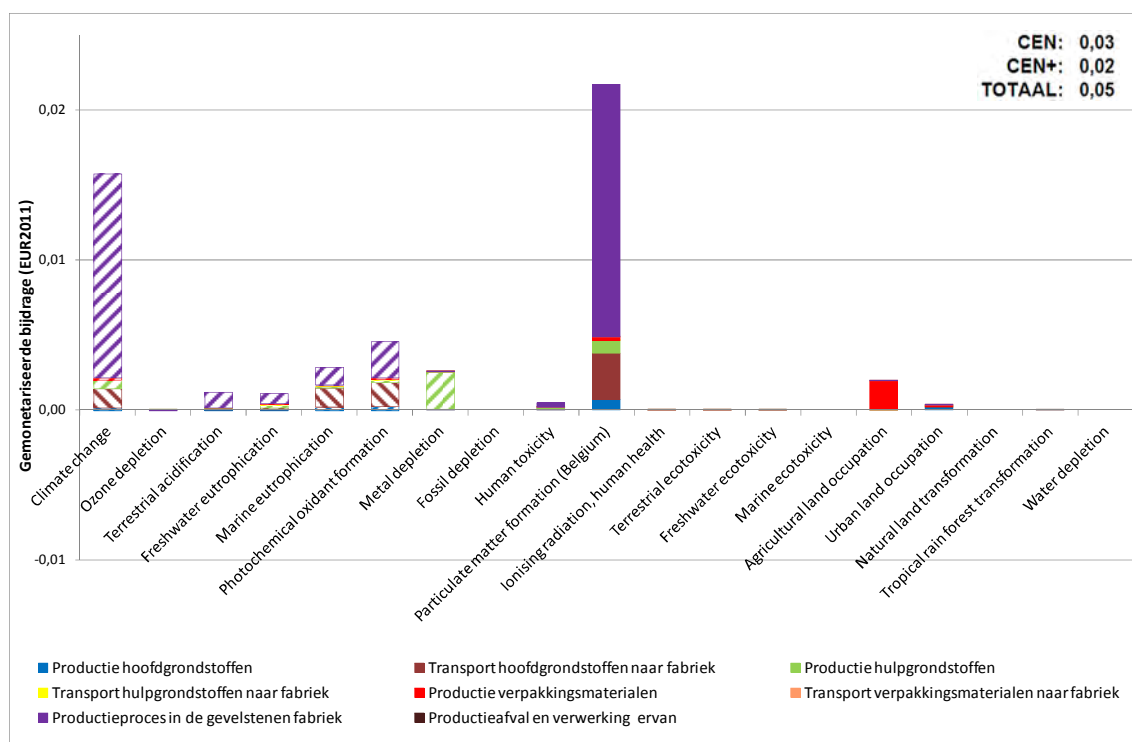
---

<sup>106</sup> De representatieve productielocatie werd bepaald door de input- en outputgegevens (bv. energieverbruik, SO<sub>2</sub>-emissies) van alle Belgische steenbakkerijen te bevragen, hiervan de minima, maxima en gewogen gemiddelde (rekening houdend met productievolume) te berekenen per parameter. Als representatieve productielocatie is vervolgens die locatie gekozen die het meest aansluit bij het sectorgemiddelde. De LCA werd uiteindelijk uitgevoerd met gegevens van die representatieve productielocatie voor lichtgewicht snelbouwstenen.

## BBF gevelsteen



**Figuur 169: relatieve bijdrage van 1kg gevelsteen (BBF) tot individuele milieu-indicatoren, uitgedrukt per levenscyclusfase (cradle-to-gate).**



**Figuur 170: absolute bijdrage van 1kg gevelsteen (BBF) tot milieu-indicatoren, uitgedrukt in euro per levenscyclusfase (cradle-to-gate).**

## Beschrijving van materiaal

Het geanalyseerde product is 1 kg gevelstenen. De weergegeven resultaten zijn op basis van een LCA van de gemiddelde gevelsteen (buitenmuur) van een representatieve productielocatie<sup>107</sup>. De Belgische Baksteen Federatie leverde voor deze analyse specifieke data aan. De hierboven weergegeven resultaten zijn op basis van een cradle-to-gate LCA. Proces specifieke emissies (drogen/bakken) afkomstig van de klei (bv. SO<sub>2</sub> omwille van S gehalte klei, CO<sub>2</sub> omwille van hoog C gehalte in klei, of schiste) werden in rekening gebracht.

Gevelstenen worden in combinatie met lijm of mortel gebruikt voor het opbouwen van de buitenzijde van een spouwmuur. Hoofdbestanddelen van de gevelstenen zijn klei, leem, zand en leisteen. De gevelstenen worden geproduceerd door middel van een extrusie- of vormingsproces van een plastisch klei- of leemmengsel. Vervolgens worden ze gedroogd en gebakken. Voor de productie worden een Belgische elektriciteitsmix, aardgas en diesel gebruikt.

Verpakking van de gevelstenen voor transport gebeurt met een LDPE film en paletten van hardhout.

Ruwe materialen en energie worden gemodelleerd aan de hand van de Ecoinvent data.

## Interpretatie van resultaten

### Invloed van levenscyclusfases op het levenscyclusmilieuprofiel

Het productieproces van de gevelstenen in de fabriek is de dominante levenscyclusfase voor de meeste individuele milieu-indicatoren (i.e. meer dan 50% van het milieuprofiel), behalve in de categorieën “vermesting”, “uitputting – niet fossiel”, “ecotoxiciteit (zoet water)”, “landbezetting (bos)”, “landbezetting (urbaan)” en “landomvorming (natuur)”.

In de categorie “vermesting” heeft naast het productieproces ook het transport van de hoofdgrondstoffen een belangrijke invloed. In de categorie “uitputting - niet fossiel” is de productie van de hulpgrondstoffen dominant. In de categorie “ecotoxiciteit (zoet water)” hebben het productieproces en de hulpgrondstoffen een relevante invloed. In de categorie “landbezetting (bos)”, zorgen de houten paletten voor verpakking voor een dominante impact. De ontginning van de hoofdgrondstoffen heeft een significante invloed in de categorie “landbezetting (urbaan)”. In de categorie “landomvorming (natuur)” hebben zowel het productieproces als de ontginningen een zeer belangrijke invloed.

### Invloed van milieu-indicatoren op het levenscyclusmilieuprofiel

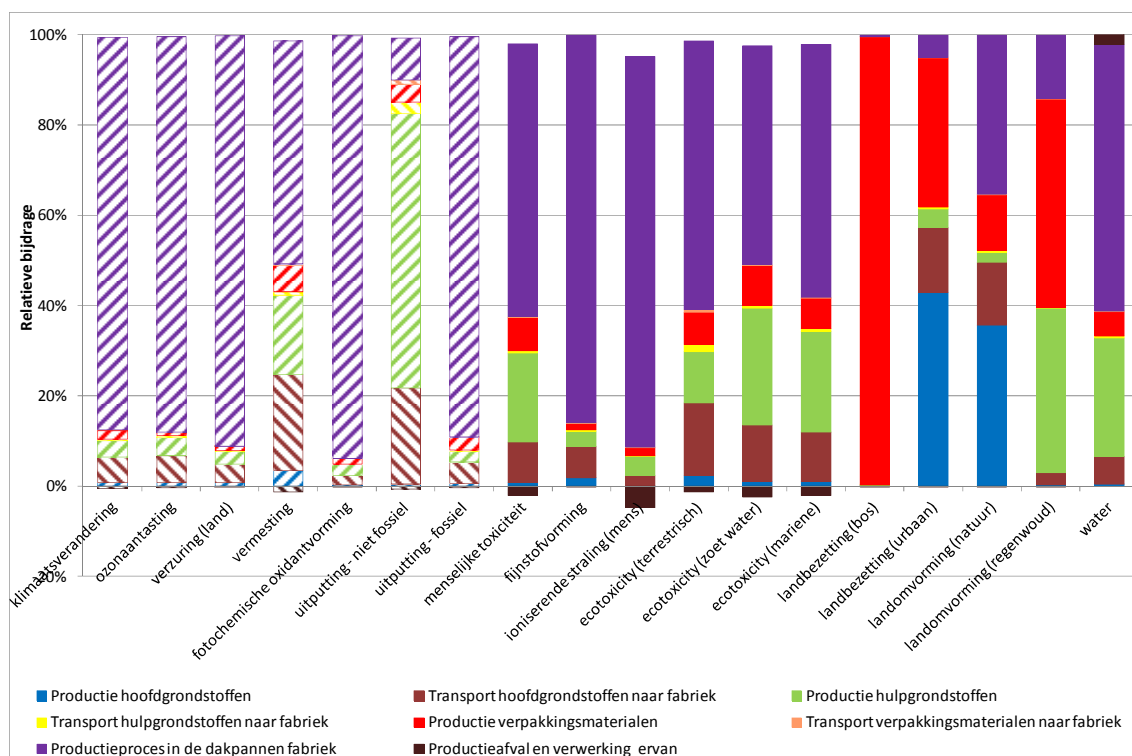
De meest dominerende milieu-indicatoren over de gehele levenscyclus van de gevelstenen zijn achtereenvolgens “fijnstofvorming” en “klimaatverandering”. Andere gemonetariseerde milieu-indicatoren tellen minder dan 10% van het totaal geaggregeerd milieuprofiel.

De potentiële bijdrage van CO<sub>2</sub>-emissies tot “klimaatverandering” is hoofdzakelijk te wijten aan proces specifieke en energiegerelateerde emissies. Het productieproces is tevens verantwoordelijk voor de grootste uitstoot (77% van de impact) van NO<sub>x</sub>, kleine stofdeeltjes (i.e. PM<2.5µm) en SO<sub>2</sub> die mogelijks bijdrage leveren tot fijnstofvorming. Het betreft hier zowel energie als proces gerelateerde emissies.

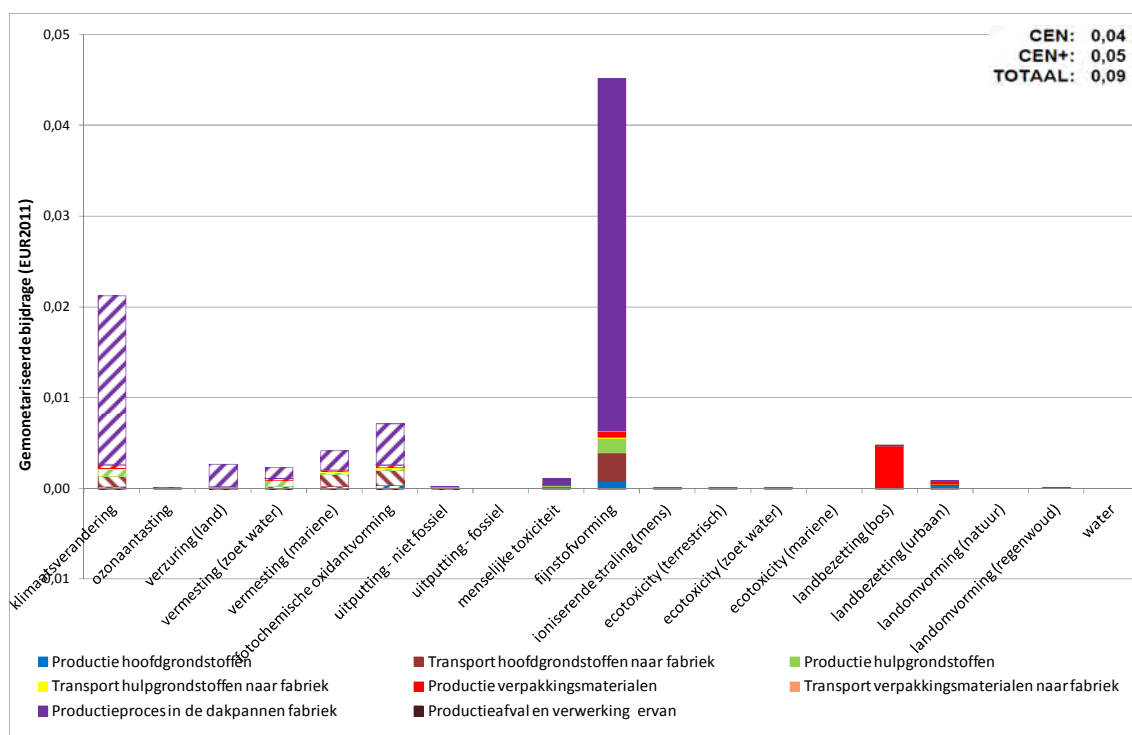
---

<sup>107</sup> De representatieve productielocatie werd bepaald door de input- en outputgegevens (bv. energieverbruik, SO<sub>2</sub>-emissies) van alle Belgische steenbakkerijen te bevragen, hiervan de minima, maxima en gewogen gemiddelde (rekening houdend met productievolume) te berekenen per parameter. Als representatieve productielocatie is vervolgens die locatie gekozen die het meest aansluit bij het sectorgemiddelde. De LCA werd uiteindelijk uitgevoerd met gegevens van die representatieve productielocatie voor gevelstenen.

## BBF kleidakpan



**Figuur 171: relatieve bijdrage van 1kg kleidakpannen (BBF) tot individuele milieu-indicatoren, uitgedrukt per levenscyclusfase (cradle-to-gate).**



**Figuur 172: absolute bijdrage van 1kg kleidakpannen (BBF) tot milieu-indicatoren, uitgedrukt in euro per levenscyclusfase (cradle-to-gate).**

## Beschrijving van materiaal

Het geanalyseerde product is 1 kg kleidakpannen. De weergegeven resultaten zijn op basis van een LCA van de gemiddelde kleidakpan van een representatieve productielocatie<sup>108</sup>. De Belgische Baksteen Federatie leverde voor deze analyse specifieke data aan. De hierboven weergegeven resultaten zijn op basis van een cradle-to-gate LCA. Proces specifieke emissies (drogen/bakken) afkomstig van de klei (bv. SO<sub>2</sub> omwille van S gehalte klei, CO<sub>2</sub> omwille van hoog C gehalte in klei) werden in rekening gebracht.

Kleidakpannen worden gebruikt als dakbedekking en muurbedekking. Hoofdbestanddelen van de pannen zijn klei en zand. De pannen worden geproduceerd door middel van een extrusie- of vormingsproces van een plastisch klei mengsel. Vervolgens worden ze gedroogd en gebakken. Voor de productie worden aardgas en een Belgische elektriciteitsmix gebruikt.

Verpakking van de dakpannen voor transport gebeurt met een LDPE film, karton en paletten van hardhout.

Ruwe materialen en energie worden gemodelleerd aan de hand van de Ecoinvent data.

## Interpretatie van resultaten

### Invloed van levenscyclusfases op het levenscyclusmilieuprofiel

Het productieproces van de dakpannen in de fabriek is de dominante levenscyclusfase voor de meeste individuele milieu-indicatoren (i.e. meer dan 50% van het milieuprofiel), behalve in de categorieën “uitputting – niet fossiel”, “landbezetting (bos)”, “landbezetting (urbaan)”; “landomvorming (natuur)” en “landomvorming (regenwoud)”.

In de categorie “uitputting - niet fossiel” is de productie van de hulpgrondstoffen dominant. Deze impact is voornamelijk te wijten aan het gebruik van anorganische chemicaliën. In de categorie “landbezetting (bos)”, zorgen de houten paletten voor verpakking voor een dominante impact. De ontginning van de hoofdgrondstoffen heeft een relevante invloed in de categorieën “landbezetting (urbaan)”, “landomvorming (natuur)” en “landomvorming (regenwoud)”.

### Invloed van milieu-indicatoren op het levenscyclusmilieuprofiel

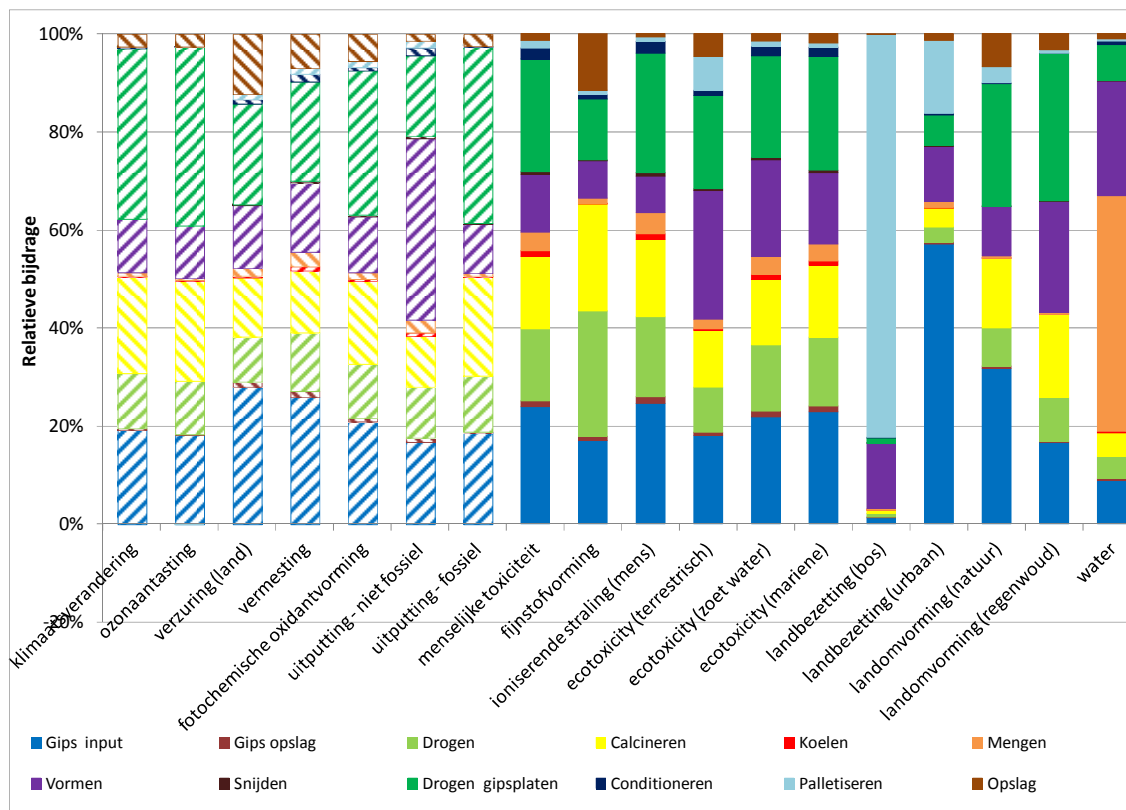
De meest dominerende milieu-indicatoren over de gehele levenscyclus van snelbouwstenen zijn achtereenvolgens “fijnstofvorming” en “klimaatverandering”. Andere gemonetariseerde milieu-indicatoren tellen minder dan 10% van het totaal geaggregeerd milieuprofiel.

De potentiële bijdrage van CO<sub>2</sub>-emissies tot “klimaatverandering” is hoofdzakelijk te wijten aan proces specifieke en energiegerelateerde emissies. Het productieproces is tevens verantwoordelijk voor de grootste uitstoot (86% van de impact) van NO<sub>x</sub>, kleine stofdeeltjes (i.e. PM<2.5µm) en SO<sub>2</sub> die mogelijks bijdrage leveren tot fijnstofvorming. Het betreft hier zowel energie als proces gerelateerde emissies.

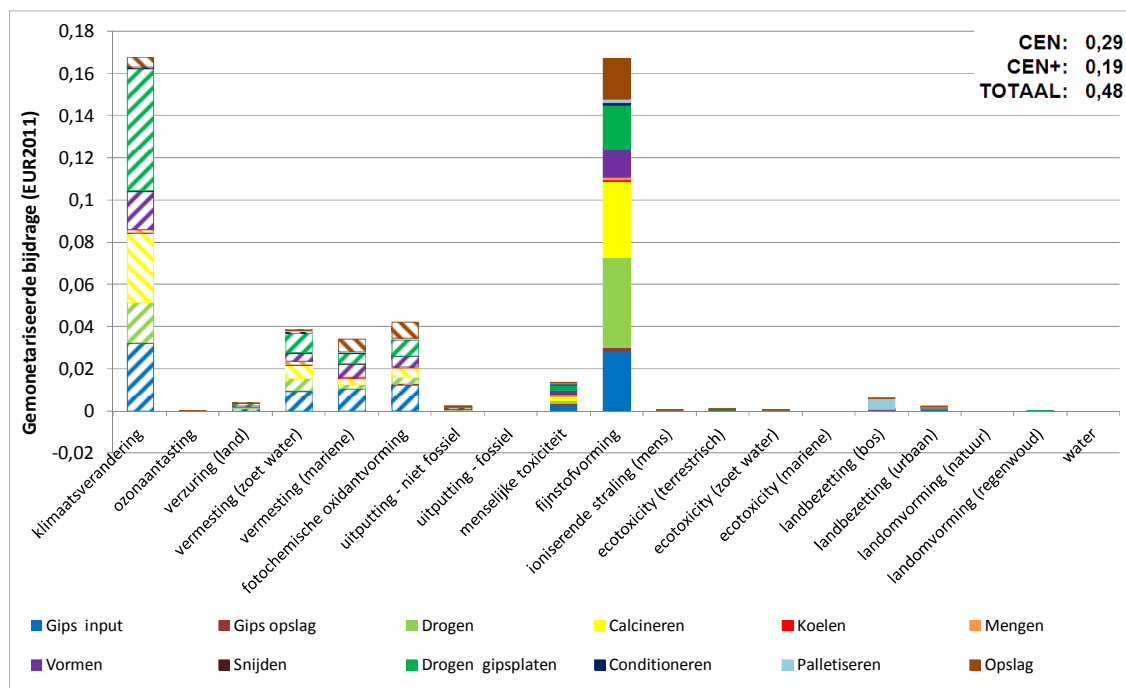
---

<sup>108</sup> De representatieve productielocatie werd bepaald door de input- en outputgegevens (bv. energieverbruik, SO<sub>2</sub>-emissies) van alle Belgische dakpannenfabrieken te bevragen, hiervan de minima, maxima en gewogen gemiddelde (rekening houdend met productievolume) te berekenen per parameter. Als representatieve productielocatie is vervolgens die locatie gekozen die het meest aansluit bij het sectorgemiddelde. De LCA werd uiteindelijk uitgevoerd met gegevens van die representatieve productielocatie voor dakpannen.

## BLGV / Gyproc: gipskartonplaat



**Figuur 173: relatieve bijdrage van 1 m² standaard Gyproc gipskartonplaat (dikte 12,5 mm, EN 520 - type A) tot individuele milieu-indicatoren, uitgedrukt per levenscyclusfase (cradle-to-gate).**



**Figuur 174: absolute bijdrage van 1 m² standaard Gyproc gipskartonplaat (dikte 12,5 mm, EN 520 - type A) tot milieu-indicatoren, uitgedrukt in euro per levenscyclusfase (cradle-to-gate).**

## Beschrijving van materiaal

Het geanalyseerde product is 1 m<sup>2</sup> standaard Gyproc gipskartonplaat, dikte 12,5 mm, EN 520 - type A. Saint-Gobain Construction Products Belgium leverde voor deze analyse specifieke data aan. De hierboven weergegeven resultaten zijn op basis van een cradle-to-gate LCA.

Gipskartonplaten worden o.a. gebruikt voor voorzetwanden en scheidingswanden. Hoofdbestanddelen van de platen zijn gips en papier. Saint-Gobain Construction Products Belgium gebruikt gerecycleerd papier en ook het gips is gedeeltelijk gerecycleerd. De energie nodig voor de productie is vooral afkomstig van aardgas en elektriciteit (Europese mix). Aan het einde van het productieproces worden de platen op houten paletten gestapeld voor transport.

Ruwe materialen en energie worden gemodelleerd aan de hand van de Ecoinvent data.

## Interpretatie van resultaten

### Invloed van levenscyclusfases op het levenscyclusmilieuprofiel

Verschillende productiestappen leveren een belangrijke bijdrage aan de milieu-impact van gipskartonplaten. Het drogen van het gips en van de platen, het calcineren en het vormen van de platen hebben een relevante bijdrage tot de meeste impactcategorieën. Ook het natte gips, de basisgrondstof voor het productieproces van de platen, heeft een significante impact. In de categorie "landbezetting (bos)" is palletiseren het dominante proces, door de houtproductie voor de paletten. Water wordt vooral verbruikt tijdens het mengen van het gips.

### Invloed van milieu-indicatoren op het levenscyclusmilieuprofiel

De meest dominerende milieu-indicatoren over de gehele levenscyclus van de gipskartonplaten zijn "klimaatverandering" en "fijnstofvorming". Andere gemonetariseerde milieu-indicatoren tellen minder dan 10% van het totaal geaggregeerd milieuprofiel.

De potentiële impact op "klimaatverandering" is hoofdzakelijk te wijten aan emissies van fossiele CO<sub>2</sub> (en in mindere mate methaan). CO<sub>2</sub>-emissies komen vooral vrij tijdens het verbranden van aardgas voor warmteproductie.

Fijnstofvorming kan zowel veroorzaakt worden door proces als energie gerelateerde emissies. Kleine stofdeeltjes (grotendeels tussen 2.5µm en 10µm) komen vrij tijdens de productie van de gipskartonplaten (vooral bij drogen en calcineren). NO<sub>x</sub> en kleine stofdeeltjes (PM<2.5µm) worden geëmitteerd tijdens de verbranding van energiedragers. SO<sub>2</sub> komt vrij tijdens de productie van aardgas en het verbranden van verschillende fossiele energiedragers.



## Bijlage 4. Beschrijving van gebouwelementvarianten

Beschrijving van 115 gebouwelementvarianten. De volgende elementen werden uitgewerkt:

- Vloer op volle grond (10 varianten)
- Buitenwand (25 varianten)
- Dragende binnenwand (7 varianten)
- Niet dragende binnenwand (12 varianten)
- Verdiepingsvloer (16 varianten)
- Trap (5 varianten)
- Plat dak (13 varianten)
- Hellend dak (13 varianten)
- Raam (11 varianten)
- Binnenschrijnwerk (3 varianten)

### Legende bij tabellen:

- eh: eenheid;
- KO: frequentie klein onderhoud;
- GO: frequentie groot onderhoud;
- VV: frequentie vervanging;
- type VV: type vervanging (noodzakelijk of esthetisch);
- ratio: hoeveelheid per m<sup>2</sup>;
- d: dikte van de laag (in m);
- $\lambda$ : warmtegeleidingscoëfficiënt (in W/m.K);
- R: thermische weerstand =  $d/\lambda$  (in m<sup>2</sup>.K/W)

## Vloer op volle grond

Beschrijving	eh	KO	GO	VV	Type VV	Ratio	d (m)	$\lambda$ (W/m.K)	R (m <sup>2</sup> .K/W)
<b>vloer1_PUR05</b>									
Excavations for floor beds - with machine - without transport	m <sup>3</sup>			120	noodzakelijk	0.3	0.3	nvt	
Infrastructure for floor beds - filling with sand (compacted) - with machine	m <sup>3</sup>			120	noodzakelijk	0.13	0.13	nvt	
Floor bed - reinforced concrete 15 cm (2 x 150 x 150 - 8mm), gestort met pomp	m <sup>2</sup>			120	noodzakelijk	1	0.15	1.95	0.08
Infrastructure for floor beds - egalisation of ground surface	m <sup>2</sup>			120	noodzakelijk	1		nvt	
Floor bed - dichtingsmembraan - PE 2/10	m <sup>2</sup>			120	noodzakelijk	1	0	nvt	
Floor finish - tiles - ceramic (geperst, verglaasd gres) 30 x 30cm - glued	m <sup>2</sup>		15	60	esthetisch	1	0.01	1.2	0.01
Floor, supporting structure for finish - screed - cement based - 5cm	m <sup>2</sup>			120	noodzakelijk	1	0.05	0.84	0.06
Floor, supporting structure for chape - reinforcement net	m <sup>2</sup>			120	noodzakelijk	1	0	nvt	
Floor finishes - thermal insulation - upon floor bed - gespoten PUR 05 cm	m <sup>2</sup>			120	noodzakelijk	1	0.05	0.023	2.17
<b>vloer2_PUR15</b>									
Excavations for floor beds - with machine - without transport	m <sup>3</sup>			120	noodzakelijk	0.3	0.3	nvt	
Infrastructure for floor beds - filling with sand (compacted) - with machine	m <sup>3</sup>			120	noodzakelijk	0.03	0.03	nvt	
Floor bed - reinforced concrete 15 cm (2 x 150 x 150 - 8mm), gestort met pomp	m <sup>2</sup>			120	noodzakelijk	1	0.15	1.95	0.08
Infrastructure for floor beds - egalisation of ground surface	m <sup>2</sup>			120	noodzakelijk	1		nvt	
Floor bed - dichtingsmembraan - PE 2/10	m <sup>2</sup>			120	noodzakelijk	1	0	nvt	
Floor finish - tiles - ceramic (geperst, verglaasd gres) 30 x 30cm - glued	m <sup>2</sup>		15	60	esthetisch	1	0.01	1.2	0.01
Floor, supporting structure for finish - screed - cement based - 5cm	m <sup>2</sup>			120	noodzakelijk	1	0.05	0.84	0.06
Floor, supporting structure for chape - reinforcement net	m <sup>2</sup>			120	noodzakelijk	1	0	nvt	
Floor finishes - thermal insulation - upon floor bed - gespoten PUR 15 cm	m <sup>2</sup>			120	noodzakelijk	1	0.15	0.023	6.52

Beschrijving	eh	KO	GO	VV	Type VV	Ratio	d (m)	$\lambda$ (W/m.K)	R (m <sup>2</sup> .K/W)
<b>vloer3_XPS8</b>									
Excavations for floor beds - with machine - without transport	m <sup>3</sup>			120	noodzakelijk	0.3	0.3	nvt	
Infrastructure for floor beds - filling with sand (compacted) - with machine	m <sup>3</sup>			120	noodzakelijk	0.1	0.1	nvt	
Floor bed - reinforced concrete 15 cm (2 x 150 x 150 - 8mm), gestort met pomp	m <sup>2</sup>			120	noodzakelijk	1	0.15	1.95	0.08
Infrastructure for floor beds - egalisation of ground surface	m <sup>2</sup>			120	noodzakelijk	1		nvt	
Floor bed - dichtingsmembraan - PE 2/10	m <sup>2</sup>			120	noodzakelijk	1	0	nvt	
Floor finish - tiles - ceramic (geperst, verglaasd gres) 30 x 30cm - glued	m <sup>2</sup>		15	60	esthetisch	1	0.01	1.2	0.01
Floor, supporting structure for finish - screed - cement based - 5cm	m <sup>2</sup>			120	noodzakelijk	2	0.05	0.84	0.06
Floor, supporting structure for chape - reinforcement net	m <sup>2</sup>			120	noodzakelijk	1	0	nvt	
Floor bed, thermal insulation - upon floor bed - extruded polystyrene (XPS 8 cm)	m <sup>2</sup>			120	noodzakelijk	1	0.08	0.035	2.29
<b>vloer4_REC_PUR05</b>									
Excavations for floor beds - with machine - without transport	m <sup>3</sup>			120	noodzakelijk	0.3	0.3	nvt	
Infrastructure for floor beds - filling with sand (compacted) - with machine	m <sup>3</sup>			120	noodzakelijk	0.13	0.13	nvt	
Floor bed - recycled reinforced concrete 15 cm (2 x 150 x 150 - 8mm), gestort met pomp	m <sup>2</sup>			120	noodzakelijk	1	0.15	1.95	0.08
Infrastructure for floor beds - egalisation of ground surface	m <sup>2</sup>			120	noodzakelijk	1		nvt	
Floor bed - dichtingsmembraan - PE 2/10	m <sup>2</sup>			120	noodzakelijk	1	0	nvt	
Floor finish - tiles - ceramic (geperst, verglaasd gres) 30 x 30cm - glued	m <sup>2</sup>		15	60	esthetisch	1	0.01	1.2	0.01
Floor, supporting structure for finish - screed - cement based - 5cm	m <sup>2</sup>			120	noodzakelijk	1	0.05	0.84	0.06
Floor, supporting structure for chape - reinforcement net	m <sup>2</sup>			120	noodzakelijk	1	0	nvt	
Floor finishes - thermal insulation - upon floor bed - gespoten PUR 05 cm	m <sup>2</sup>			120	noodzakelijk	1	0.05	0.023	2.17

Beschrijving	eh	KO	GO	VV	Type VV	Ratio	d (m)	$\lambda$ (W/m.K)	R (m <sup>2</sup> .K/W)
<b>vloer5_traskalk</b>									
Excavations for floor beds - with machine - without transport	m <sup>3</sup>			120	noodzakelijk	0.47	0.47	nvt	
Infrastructure for floor beds - filling with gravel - with machine	m <sup>3</sup>			120	noodzakelijk	0.1	0.1	nvt	
Infrastructure for floor beds - filling with expanded clay - with machine	m <sup>3</sup>			120	noodzakelijk	0.32	0.32	0.13	2.46
Floor bed - expanded clay grains with traskalk mortar	m <sup>3</sup>			120	noodzakelijk	0.05	0.47	0.13	3.62
Infrastructure for floor beds - egalisation of ground surface	m <sup>2</sup>			120	noodzakelijk	1		nvt	
Floor bed - dichtingsmembraan - PE 2/10	m <sup>2</sup>			120	noodzakelijk	1	0	nvt	
Floor finish - tiles - ceramic (geperst, verglaasd gres) 30 x 30cm - glued	m <sup>2</sup>		15	60	esthetisch	1	0.01	1.2	0.01
Floor, supporting structure for finish - screed - cement based - 5cm	m <sup>2</sup>			120	noodzakelijk	1	0.05	0.84	0.06
Floor, supporting structure for finish - traskalkmortel - 3 cm	m <sup>2</sup>			120	noodzakelijk	1	0.03	nvt	
Floor, supporting structure for chape - reinforcement net	m <sup>2</sup>			120	noodzakelijk	1	0	nvt	
<b>vloer6_PUR04_dekvloer EPS</b>									
Excavations for floor beds - with machine - without transport	m <sup>3</sup>			120	noodzakelijk	0.3	0.3	nvt	
Infrastructure for floor beds - filling with sand (compacted) - with machine	m <sup>3</sup>			120	noodzakelijk	0.14	0.14	nvt	
Floor bed - reinforced concrete 15 cm (2 x 150 x 150 - 8mm), gestort met pomp	m <sup>2</sup>			120	noodzakelijk	1	0.15	1.95	0.08
Infrastructure for floor beds - egalisation of ground surface	m <sup>2</sup>			120	noodzakelijk	1		nvt	
Floor bed - dichtingsmembraan - PE 2/10	m <sup>2</sup>			120	noodzakelijk	1	0	nvt	
Floor finish - tiles - ceramic (geperst, verglaasd gres) 30 x 30cm - glued	m <sup>2</sup>		15	60	esthetisch	1	0.01	1.2	0.01
Floor, supporting structure for finish - insulating screed with EPS grains - only upon floor slab - 5 cm	m <sup>2</sup>			120	noodzakelijk	1	0.05	0.075	0.67
Floor, supporting structure for chape - reinforcement net	m <sup>2</sup>			120	noodzakelijk	1	0	nvt	
Floor finishes - thermal insulation - upon floor bed - gespoten PUR 04 cm	m <sup>2</sup>			120	noodzakelijk	1	0.04	0.023	1.74

Beschrijving	eh	KO	GO	VV	Type VV	Ratio	d (m)	λ (W/m.K)	R (m2.K/W)
<b>vloer7_PUR05_dekvloer anhydriet</b>									
Excavations for floor beds - with machine - without transport	m <sup>3</sup>			120	noodzakelijk	0.3	0.3	nvt	
Infrastructure for floor beds - filling with sand (compacted) - with machine	m <sup>3</sup>			120	noodzakelijk	0.13	0.13	nvt	
Floor bed - reinforced concrete 15 cm (2 x 150 x 150 - 8mm), gestort met pomp	m <sup>2</sup>			120	noodzakelijk	1	0.15	1.95	0.08
Infrastructure for floor beds - egalisation of ground surface	m <sup>2</sup>			120	noodzakelijk	1		nvt	
Floor bed - dichtingsmembraan - PE 2/10	m <sup>2</sup>			120	noodzakelijk	1	0	nvt	
Floor finish - tiles - ceramic (geperst, verglaasd gres) 30 x 30cm - glued	m <sup>2</sup>		15	60	esthetisch	1	0.01	1.2	0.01
Floor, supporting structure for finish - screed - anhydrite binder - 5 cm	m <sup>2</sup>			120	noodzakelijk	1	0.05	2	0.02
Floor, supporting structure for chape - reinforcement net	m <sup>2</sup>			120	noodzakelijk	1	0	nvt	
Floor finishes - thermal insulation - upon floor bed - gespoten PUR 05 cm	m <sup>2</sup>			120	noodzakelijk	1	0.05	0.023	2.17
<b>vloer8_PUR05_parket</b>									
Excavations for floor beds - with machine - without transport	m <sup>3</sup>			120	noodzakelijk	0.3	0.3	nvt	
Infrastructure for floor beds - filling with sand (compacted) - with machine	m <sup>3</sup>			120	noodzakelijk	0.13	0.13	nvt	
Floor bed - reinforced concrete 15 cm (2 x 150 x 150 - 8mm), gestort met pomp	m <sup>2</sup>			120	noodzakelijk	1	0.15	1.95	0.08
Infrastructure for floor beds - egalisation of ground surface	m <sup>2</sup>			120	noodzakelijk	1		nvt	
Floor bed - dichtingsmembraan - PE 2/10	m <sup>2</sup>			120	noodzakelijk	1	0	nvt	
Floor finish - parquet - hardwood (Belgian mix) - glued	m <sup>2</sup>	1	15	30	esthetisch	1	0.02	0.13	0.17
Floor, supporting structure for finish - screed - cement based - 5cm	m <sup>2</sup>			120	noodzakelijk	1	0.05	0.84	0.06
Floor, supporting structure for chape - reinforcement net	m <sup>2</sup>			120	noodzakelijk	1	0	nvt	
Floor finishes - thermal insulation - upon floor bed - gespoten PUR 05 cm	m <sup>2</sup>			120	noodzakelijk	1	0.05	0.023	2.17

Beschrijving	eh	KO	GO	VV	Type VV	Ratio	d (m)	λ (W/m.K)	R (m2.K/W)
<b>vloer9_PUR05_parket</b>									
Excavations for floor beds - with machine - without transport	m <sup>3</sup>			120	noodzakelijk	0.3	0.3	nvt	
Infrastructure for floor beds - filling with sand (compacted) - with machine	m <sup>3</sup>			120	noodzakelijk	0.098	0.13	nvt	
Infrastructure for floor beds - zuiverheidsbeton 5 cm	m <sup>2</sup>			120	noodzakelijk	0.25	0.05	0.84	0.06
Floor bed - reinforced concrete 15 cm (2 x 150 x 150 - 8mm), gestort met pomp	m <sup>2</sup>			120	noodzakelijk	1	0.15	1.95	0.08
Infrastructure for floor beds - egalisation of ground surface	m <sup>2</sup>			120	noodzakelijk	1		nvt	
Floor bed - dichtingsmembraan - PE 2/10	m <sup>2</sup>			120	noodzakelijk	1	0	nvt	
Floor finish - parquet - hardwood (Belgian mix) - glued	m <sup>2</sup>	1	15	30	esthetisch	1	0.02	0.13	0.17
Floor, supporting structure for finish - screed - cement based - 5cm	m <sup>2</sup>			120	noodzakelijk	1	0.05	0.84	0.06
Floor, supporting structure for chape - reinforcement net	m <sup>2</sup>			120	noodzakelijk	1	0	nvt	
Floor finishes - thermal insulation - upon floor bed - gespoten PUR 05 cm	m <sup>2</sup>			120	noodzakelijk	1	0.05	0.023	2.17
<b>vloer10_kurk08_parket</b>									
Excavations for floor beds - with machine - without transport	m <sup>3</sup>			120	noodzakelijk	0.3	0.3	nvt	
Infrastructure for floor beds - filling with sand (compacted) - with machine	m <sup>3</sup>			120	noodzakelijk	0.1	0.1	nvt	
Floor bed - reinforced concrete 15 cm (2 x 150 x 150 - 8mm), gestort met pomp	m <sup>2</sup>			120	noodzakelijk	1	0.15	1.95	0.08
Infrastructure for floor beds - egalisation of ground surface	m <sup>2</sup>			120	noodzakelijk	1		nvt	
Floor bed - dichtingsmembraan - PE 2/10	m <sup>2</sup>			120	noodzakelijk	1	0	nvt	
Floor finish - parquet - hardwood (Belgian mix) - glued	m <sup>2</sup>	1	15	30	esthetisch	1	0.02	0.13	0.17
Floor, supporting structure for finish - screed - cement based - 5cm	m <sup>2</sup>			120	noodzakelijk	2	0.05	0.84	0.06
Floor, supporting structure for chape - reinforcement net	m <sup>2</sup>			120	noodzakelijk	1	0	nvt	
Floor bed, thermal insulation - upon floor bed - expanded cork 8 cm	m <sup>2</sup>			120	noodzakelijk	1	0.15	0.023	6.52

## Buitenwand

Beschrijving	eh	KO	GO	VV	Type VV	Ratio	d (m)	$\lambda$ (W/m.K)	R (m <sup>2</sup> .K/W)
<b>BW1_houtskelet_RW14_gevelsteen</b>									
outer wall - loadbearing - primary part - blocks/stones - building bricks - insulating (290x140x140), incl. mortar	<b>m2</b>			120	noodzakelijk	0.02 7	0.14	0.326	0.43
outer wall - loadbearing - primary part - wood skeleton (on site) - 14 cm - belgian mix	<b>m2</b>			120	noodzakelijk	0.97 3		nvt	
Thermal insulation between wood skeleton - blanket, batt - anorganic fiber - rock wool - 14cm	<b>m2</b>			120	noodzakelijk	0.97 3	0.14	0.056	2.45
air cavity, d = 3 cm, horizontal - not ventilated	<b>m2</b>			120	noodzakelijk	1	0.03	nvt	0.18
Wall finishes, external - infrastructure - cavity wall ties - iron proof steel (180 x 3,5 mm)	<b>m2</b>			120	noodzakelijk	1		nvt	
Wall finishes, external - infrastructure - biuminous soft woodfibre board - 18 mm	<b>m2</b>			120	noodzakelijk	1	0.02	0.050	0.36
Wall finishes, external - infrastructure - OSB board - 18 mm	<b>m2</b>			120	noodzakelijk	1	0.02	0.130	0.14
Wall, external finishes - closing sub-element - blocks/stones - face bricks - handvorm stone M50 (190x90x50), incl. Mortar and joint filling	<b>m2</b>		30	120	noodzakelijk	1	0.09	1.113	0.08
Outer wall - water felt (vapour open) - PE 2/10 - geniet	<b>m2</b>			120	noodzakelijk	1	0	nvt	
Wall finishes, internal - board - gypsum (1,25cm) - screwed (excl. supporting construction) - width 60 cm - inclusive joint filler	<b>m2</b>		10	30	noodzakelijk	1	0.01	nvt	0.05
Wall finishes, internal - support structure for boards -profiles (0,022x0,047)- Belgian mix	<b>m2</b>			30	noodzakelijk	1	0.02	nvt	0.17
Wall finishes, internal - treatment of closing sub-element - painting on gypsum board - acrylic paint	<b>m2</b>		5	10	esthetisch	1		nvt	
Wall finishes, internal - vapour felt - kraft paper - without wapeningsvlies - fixed with adhesive tape	<b>m2</b>			120	noodzakelijk	1	0	nvt	



Beschrijving	eh	KO	GO	VV	Type VV	Ratio	d (m)	$\lambda$ (W/m.K)	R (m <sup>2</sup> .K/W)
<b>BW2_houtskelet_RW22_gevelsteen</b>									
outer wall - loadbearing - primary part - blocks/stones - building bricks - insulating (290x140x140), incl. mortar	m2			120	noodzakelijk	0.037	0.14	0.326	0.43
outer wall - loadbearing - primary part - wood skeleton (on site) - 22 cm - belgian mix	m2			120	noodzakelijk	0.973		nvt	
Thermal insulation between wood skeleton - blanket, batt - anorganic fiber - rock wool - 22cm	m2			120	noodzakelijk	0.973	0.22	0.056	3.96
air cavity, d = 3 cm, horizontal - not ventilated	m2			120	noodzakelijk	1	0.03	nvt	0.18
Wall finishes, external - infrastructure - cavity wall ties - iron proof steel (180 x 3,5 mm)	m2			120	noodzakelijk	1		nvt	
Wall finishes, external - infrastructure - biuminous soft woodfibre board - 18 mm	m2			120	noodzakelijk	1	0.02	0.050	0.36
Wall finishes, external - infrastructure - OSB board - 18 mm	m2			120	noodzakelijk	1	0.02	0.130	0.14
Wall, external finishes - closing sub-element - blocks/stones - face bricks - handvorm stone M50 (190x90x50), incl. Mortar and joint filling	m2		30	120	noodzakelijk	1	0.09	1.113	0.08
Outer wall - water felt (vapour open) - PE 2/10 - geniet	m2			120	noodzakelijk	1	0	nvt	
Wall finishes, internal - board - gypsum (1,25cm) - screwed (excl. supporting construction) - width 60 cm - inclusive joint filler	m2		10	30	noodzakelijk	1	0.01	nvt	0.05
Wall finishes, internal - support structure for boards -profiles (0,022x0,047)- Belgian mix	m2			30	noodzakelijk	1	0.02	nvt	0.17
Wall finishes, internal - treatment of closing sub-element - painting on gypsum board - acrylic paint	m2		5	10	esthetisch	1		nvt	
Wall finishes, internal - vapour felt - kraft paper - without wapeningsvlies - fixed with adhesive tape	m2			120	noodzakelijk	1	0	nvt	

Beschrijving	eh	KO	GO	VV	Type VV	Ratio	d (m)	$\lambda$ (W/m.K)	R (m <sup>2</sup> .K/W)
<b>BW3_houtskelet_cellulose22_gevelsteen</b>									
outer wall - loadbearing - primary part - blocks/stones - building bricks - insulating (290x140x140), incl. mortar	m2			120	noodzakelijk	0.037	0.14	0.326	0.43
outer wall - loadbearing - primary part - wood skeleton (on site) - 22 cm - belgian mix	m2			120	noodzakelijk	0.973		nvt	
Thermal insulation between wood skeleton - cellulose flakes - 22cm	m2			120	noodzakelijk	0.973	0.22	0.057	3.85
air cavity, d = 3 cm, horizontal - not ventilated	m2			120	noodzakelijk	1	0.03	nvt	0.18
Wall finishes, external - infrastructure - cavity wall ties - iron proof steel (180 x 3,5 mm)	m2			120	noodzakelijk	1		nvt	
Wall finishes, external - infrastructure - biuminous soft woodfibre board - 18 mm	m2			120	noodzakelijk	1	0.02	0.050	0.36
Wall finishes, external - infrastructure - OSB board - 18 mm	m2			120	noodzakelijk	1	0.02	0.130	0.14
Wall, external finishes - closing sub-element - blocks/stones - face bricks - handvorm stone M50 (190x90x50), incl. Mortar and joint filling	m2		30	120	noodzakelijk	1	0.09	1.113	0.08
Outer wall - water felt (vapour open) - PE 2/10 - geniet	m2			120	noodzakelijk	1	0	nvt	
Wall finishes, internal - board - gypsum (1,25cm) - screwed (excl. supporting construction) - width 60 cm - inclusive joint filler	m2		10	30	noodzakelijk	1	0.01	nvt	0.05
Wall finishes, internal - support structure for boards -profiles (0,022x0,047)- Belgian mix	m2			30	noodzakelijk	1	0.02	nvt	0.17
Wall finishes, internal - treatment of closing sub-element - painting on gypsum board - acrylic paint	m2		5	10	esthetisch	1		nvt	
Wall finishes, internal - vapour felt - kraft paper - without wapeningsvlies - fixed with adhesive tape	m2			120	noodzakelijk	1	0	nvt	

Beschrijving	eh	KO	GO	VV	Type VV	Ratio	d (m)	$\lambda$ (W/m.K)	R (m2.K/W)
<b>BW4_houtskelet_RW14_vezelcementplaat</b>									
outer wall - loadbearing - primary part - blocks/stones - building bricks - insulating (290x140x140), incl. mortar	m2			120	noodzakelijk	0.027	0.14	0.326	0.43
outer wall - loadbearing - primary part - wood skeleton (on site) - 14 cm - belgian mix	m2			120	noodzakelijk	0.973		nvt	
Thermal insulation between wood skeleton - blanket, batt - anorganic fiber - rock wool - 14cm	m2			120	noodzakelijk	0.973	0.14	0.056	2.45
air cavity, d = 2 cm, horizontal - ventilated	m2			120	noodzakelijk	1	0.03	nvt	0.18
Wall finishes, external - infrastructure - biuminous soft woodfibre board - 18 mm	m2			120	noodzakelijk	1	0.02	0.050	0.36
Wall finishes, external - infrastructure - OSB board - 18 mm	m2			120	noodzakelijk	1	0.02	0.130	0.14
Wall, external finishes - closing sub-element - board - no overlap - fibre cement - screwed	m2		15	40	esthetisch	1	0.01	nvt	
Wall, external finishes - support structure for other claddings - profiles - wood belgian mix - 3,8 x 3,8 cm - hoh 60 cm	m2			30	noodzakelijk	1	0.04	nvt	
Outer wall - water felt (vapour open) - PE 2/10 - geniet	m2			120	noodzakelijk	1	0	nvt	
Wall finishes, internal - board - gypsum (1,25cm) - screwed (excl. supporting construction) - width 60 cm - inclusive joint filler	m2		10	30	noodzakelijk	1	0.01	nvt	0.05
Wall finishes, internal - support structure for boards -profiles (0,022x0,047)- Belgian mix	m2			30	noodzakelijk	1	0.02	nvt	0.17
Wall finishes, internal - treatment of closing sub-element - painting on gypsum board - acrylic paint	m2		5	10	esthetisch	1		nvt	
Wall finishes, internal - vapour felt - kraft paper - without wapeningsvlies - fixed with adhesive tape	m2			120	noodzakelijk	1	0	nvt	

Beschrijving	eh	KO	GO	VV	Type VV	Ratio	d (m)	$\lambda$ (W/m.K)	R (m <sup>2</sup> .K/W)
<b>BW5_FJI_cellulose24_gevelsteen</b>									
outer wall - loadbearing - primary part - blocks/stones - building bricks - insulating (290x140x140), incl. mortar	m2			120	noodzakelijk	0.046	0.14	0.326	0.43
outer wall - loadbearing - primary part - FJI profile - type 250 - height 24 cm - h.o.h. 50 cm	m2			120	noodzakelijk	0.973	0.24	nvt	
Thermal insulation between FJI beams - cellulose flakes - 24 cm	m2			120	noodzakelijk	0.973	0.24	nvt	5.46
air cavity, d = 3 cm, horizontal - not ventilated	m2			120	noodzakelijk	1	0.03	nvt	0.18
Wall finishes, external - infrastructure - cavity wall ties - iron proof steel (180 x 3,5 mm)	m2			120	noodzakelijk	1		nvt	
Wall finishes, external - infrastructure - biuminous soft woodfibre board - 18 mm	m2			120	noodzakelijk	1	0.02	0.050	0.36
Wall, external finishes - closing sub-element - blocks/stones - face bricks - handvorm stone M50 (190x90x50), incl. Mortar and joint filling	m2		30	120	noodzakelijk	1	0.09	1.113	0.08
Outer wall - water felt (vapour open) - PE 2/10 - geniet	m2			120	noodzakelijk	1	0	nvt	
Wall finishes, internal - board - gypsum (1,25cm) - screwed (excl. supporting construction) - width 60 cm - inclusive joint filler	m2		10	30	noodzakelijk	1	0.01	nvt	0.05
Wall finishes, internal - support structure for boards -profiles (0,022x0,047)- Belgian mix	m2			30	noodzakelijk	1	0.02	nvt	0.17
Wall finishes, internal - treatment of closing sub-element - painting on gypsum board - acrylic paint	m2		5	10	esthetisch	1		nvt	
Wall finishes, internal - vapour felt - kraft paper - without wapeningsvlies - fixed with adhesive tape	m2			120	noodzakelijk	1	0	nvt	

Beschrijving	eh	KO	GO	VV	Type VV	Ratio	d (m)	$\lambda$ (W/m.K)	R (m <sup>2</sup> .K/W)
<b>BW6_FJI_cellulose36_gevelsteen</b>									
outer wall - loadbearing - primary part - blocks/stones - cellular concrete (600x365x250)	<b>m2</b>			120	noodzakelijk	0.027	0.37	0.125	2.92
outer wall - loadbearing - primary part - FJI profile - type 250 - height 36 cm - h.o.h. 50 cm	<b>m2</b>			120	noodzakelijk	0.973	0.36	nvt	
Thermal insulation between FJI beams - cellulose flakes - 36 cm	<b>m2</b>			120	noodzakelijk	0.973	0.36	nvt	8.11
air cavity, d = 3 cm, horizontal - not ventilated	<b>m2</b>			120	noodzakelijk	1	0.03	nvt	0.18
Wall finishes, external - infrastructure - cavity wall ties - iron proof steel (180 x 3,5 mm)	<b>m2</b>			120	noodzakelijk	1		nvt	
Wall finishes, external - infrastructure - biuminous soft woodfibre board - 18 mm	<b>m2</b>			120	noodzakelijk	1	0.02	0.050	0.36
Wall, external finishes - closing sub-element - blocks/stones - face bricks - handvorm stone M50 (190x90x50), incl. Mortar and joint filling	<b>m2</b>		30	120	noodzakelijk	1	0.09	1.113	0.08
Outer wall - water felt (vapour open) - PE 2/10 - geniet	<b>m2</b>			120	noodzakelijk	1	0	nvt	
Wall finishes, internal - board - gypsum (1,25cm) - screwed (excl. supporting construction) - width 60 cm - inclusive joint filler	<b>m2</b>		10	30	noodzakelijk	1	0.01	nvt	0.05
Wall finishes, internal - support structure for boards -profiles (0,022x0,047)- Belgian mix	<b>m2</b>			30	noodzakelijk	1	0.02	nvt	0.17
Wall finishes, internal - treatment of closing sub-element - painting on gypsum board - acrylic paint	<b>m2</b>		5	10	esthetisch	1		nvt	
Wall finishes, internal - vapour felt - kraft paper - without wapeningsvlies - fixed with adhesive tape	<b>m2</b>			120	noodzakelijk	1	0	nvt	

Beschrijving	eh	KO	GO	VV	Type VV	Ratio	d (m)	$\lambda$ (W/m.K)	R (m <sup>2</sup> .K/W)
<b>BW7_FJI_cellulose36_crepi_gipsblokken</b>									
outer wall - loadbearing - primary part - blocks/stones - cellular concrete (600x365x250)	<b>m2</b>			120	noodzakelijk	0.027	0.37	0.125	2.92
outer wall - loadbearing - primary part - FJI profile - type 250 - height 36 cm - h.o.h. 50 cm	<b>m2</b>			120	noodzakelijk	0.973	0.36	nvt	
Thermal insulation between FJI beams - cellulose flakes - 36 cm	<b>m2</b>			120	noodzakelijk	0.973	0.36	nvt	8.11
Wall finishes, external - infrastructure - insulating woodfibre board - 18 mm				120	noodzakelijk	1	0.02	0.038	0.47
Wall, external finishes - closing sub-element - traditional plaster on insulation (EPS or XPS boards) - machinaal	<b>m2</b>		15	40	esthetisch	1	0.03	1.500	0.02
Wall finishes, internal - infrastructure - OSB board - 18 mm	<b>m2</b>			120	noodzakelijk	1	0.02	0.130	0.14
Wall finishes, internal - gypsum blocks (5 cm) + gypsum putty (afwerkingsplamuur)	<b>m2</b>		10	30	noodzakelijk	1	0.05	0.320	0.16
Wall finishes, internal - support structure for boards -profiles (0,022x0,047)- Belgian mix	<b>m2</b>			30	noodzakelijk	1	0.02	nvt	0.17
Wall finishes, internal - treatment of closing sub-element - painting on gypsum plaster - acrylic paint	<b>m2</b>		5	10	esthetisch	1		nvt	
Wall finishes, internal - vapour felt - kraft paper - without wapeningsvlies - fixed with adhesive tape	<b>m2</b>			120	noodzakelijk	1	0	nvt	

Beschrijving	eh	KO	GO	VV	Type VV	Ratio	d (m)	$\lambda$ (W/m.K)	R (m2.K/W)
<b>BW8_houtskelet_RW14_planken</b>									
outer wall - loadbearing - primary part - blocks/stones - building bricks - insulating (290x140x140), incl. mortar	m2			120	noodzakelijk	0.027	0.14	0.326	0.43
outer wall - loadbearing - primary part - wood skeleton (on site) - 14 cm - belgian mix	m2			120	noodzakelijk	0.973		nvt	
Thermal insulation between wood skeleton - blanket, batt - anorganic fiber - rock wool - 14cm	m2			120	noodzakelijk	0.973	0.14	0.056	2.45
air cavity, d = 2 cm, horizontal - ventilated	m2			120	noodzakelijk	1	0.03	nvt	0.18
Wall finishes, external - infrastructure - biuminous soft woodfibre board - 18 mm	m2			120	noodzakelijk	1	0.02	0.050	0.36
Wall finishes, external - infrastructure - OSB board - 18 mm	m2			120	noodzakelijk	1	0.02	0.130	0.14
Wall, external finishes - closing sub-element - wooden claddings (untreated) - lariks (thickness 22mm) - Belgian mix - verluchte spouw	m2		10	20	noodzakelijk	1	0.02	nvt	
Wall, external finishes - support structure for untreated wooden planks - profiles - wood belgian mix - 3,8 x 3,8 cm - hoh 60 cm	m2			20	noodzakelijk	1	0.04	nvt	
Outer wall - water felt (vapour open) - PE 2/10 - geniet	m2			120	noodzakelijk	1	0	nvt	
Wall finishes, internal - board - gypsum (1,25cm) - screwed (excl. supporting construction) - width 60 cm - inclusive joint filler	m2		10	30	noodzakelijk	1	0.01	nvt	0.05
Wall finishes, internal - support structure for boards -profiles (0,022x0,047)- Belgian mix	m2			30	noodzakelijk	1	0.02	nvt	0.17
Wall finishes, internal - treatment of closing sub-element - painting on gypsum board - acrylic paint	m2		5	10	esthetisch	1		nvt	
Wall finishes, internal - vapour felt - kraft paper - without wapeningsvlies - fixed with adhesive tape	m2			120	noodzakelijk	1	0	nvt	



Beschrijving	eh	KO	GO	VV	Type VV	Ratio	d (m)	$\lambda$ (W/m.K)	R (m <sup>2</sup> .K/W)
<b>BW9_betonsteen_hol_RW7.5_gevelsteen</b>									
outer wall - loadbearing - primary part - blocks/stones - concrete - hollow (290x140x190)	m2			120	noodzakelijk	1	0.14	nvt	0.11
air cavity, d = 3 cm, horizontal - not ventilated	m2			120	noodzakelijk	1	0.03	nvt	0.18
Wall finishes, external - infrastructure - cavity wall ties - iron proof steel (180 x 3,5 mm)	m2			120	noodzakelijk	1		nvt	
Wall finishes, external - infrastructure - cavity wall ties - insulation clips	m2			120	noodzakelijk	1		nvt	
Wall, external finishes - closing sub-element - blocks/stones - face bricks - handvorm stone M50 (190x90x50), incl. Mortar and joint filling	m2		30	120	noodzakelijk	1	0.09	1.113	0.08
Thermal insulation in cavity - blanket, batt - anorganic fiber - rock wool - medium hard (7,5 cm)	m2			120	noodzakelijk	1	0.08	0.036	2.08
Wall finishes, internal - plaster - gypsum on brickwork - with machine (for paint or wall paper)	m2	5	10	40	esthetisch	1	0.01	0.520	0.02
Wall finishes, internal - treatment of closing sub-element - painting on gypsum plaster - acrylic paint	m2		5	10	esthetisch	1		nvt	

Beschrijving	eh	KO	GO	VV	Type VV	Ratio	d (m)	$\lambda$ (W/m.K)	R (m <sup>2</sup> .K/W)
<b>BW10_betonsteen_hol_RW22_gevelsteen</b>									
outer wall - loadbearing - primary part - blocks/stones - concrete - hollow (290x140x190)	m2			120	noodzakelijk	1	0.14	nvt	0.11
air cavity, d = 3 cm, horizontal - not ventilated	m2			120	noodzakelijk	1	0.03	nvt	0.18
Wall finishes, external - infrastructure - cavity wall ties - iron proof steel (210 x 4,0 mm)	m2			120	noodzakelijk	1		nvt	
Wall finishes, external - infrastructure - cavity wall ties - insulation clips	m2			120	noodzakelijk	1		nvt	
Wall, external finishes - closing sub-element - blocks/stones - face bricks - handvorm stone M50 (190x90x50), incl. Mortar and joint filling	m2		30	120	noodzakelijk	1	0.09	1.113	0.08
Thermal insulation in cavity - blanket, batt - anorganic fiber - rock wool - medium hard (10 cm)	m2			120	noodzakelijk	1	0.1	0.036	2.78
Thermal insulation in cavity - blanket, batt - anorganic fiber - rock wool - medium hard (12 cm)	m2			120	noodzakelijk	1	0.12	0.036	3.33
Wall finishes, internal - plaster - gypsum on brickwork - with machine (for paint or wall paper)	m2	5	10	40	esthetisch	1	0.01	0.520	0.02
Wall finishes, internal - treatment of closing sub-element - painting on gypsum plaster - acrylic paint	m2		5	10	esthetisch	1		nvt	

Beschrijving	eh	KO	GO	VV	Type VV	Ratio	d (m)	$\lambda$ (W/m.K)	R (m <sup>2</sup> .K/W)
<b>BW11_betonsteen_hol_PUR5_gevelsteen</b>									
outer wall - loadbearing - primary part - blocks/stones - concrete - hollow (290x140x190)	<b>m2</b>			120	noodzakelijk	1	0.14	nvt	0.11
air cavity, d = 3 cm, horizontal - not ventilated	<b>m2</b>			120	noodzakelijk	1	0.03	nvt	0.18
Wall finishes, external - infrastructure - cavity wall ties - iron proof steel (180 x 3,5 mm)	<b>m2</b>			120	noodzakelijk	1		nvt	
Wall finishes, external - infrastructure - cavity wall ties - insulation clips	<b>m2</b>			120	noodzakelijk	1		nvt	
Wall, external finishes - closing sub-element - blocks/stones - face bricks - handvorm stone M50 (190x90x50), incl. Mortar and joint filling	<b>m2</b>		30	120	noodzakelijk	1	0.09	1.113	0.08
Thermal insulation in cavity - hard boards - no overlap - plastic - polyurethane - 5 cm	<b>m2</b>			120	noodzakelijk	1	0.05	0.023	2.17
Wall finishes, internal - plaster - gypsum on brickwork - with machine (for paint or wall paper)	<b>m2</b>	5	10	40	esthetisch	1	0.01	0.520	0.02
Wall finishes, internal - treatment of closing sub-element - painting on gypsum plaster - acrylic paint	<b>m2</b>		5	10	esthetisch	1		nvt	

Beschrijving	eh	KO	GO	VV	Type VV	Ratio	d (m)	$\lambda$ (W/m.K)	R (m <sup>2</sup> .K/W)
<b>BW12_betonsteen_hol_PUR15_gevelsteen</b>									
outer wall - loadbearing - primary part - blocks/stones - concrete - hollow (290x140x190)	<b>m2</b>			120	noodzakelijk	1	0.14	nvt	0.11
air cavity, d = 3 cm, horizontal - not ventilated	<b>m2</b>			120	noodzakelijk	1	0.03	nvt	0.18
Wall finishes, external - infrastructure - cavity wall ties - iron proof steel (210 x 4,0 mm)	<b>m2</b>			120	noodzakelijk	1		nvt	
Wall finishes, external - infrastructure - cavity wall ties - insulation clips	<b>m2</b>			120	noodzakelijk	1		nvt	
Wall, external finishes - closing sub-element - blocks/stones - face bricks - handvorm stone M50 (190x90x50), incl. Mortar and joint filling	<b>m2</b>		30	120	noodzakelijk	1	0.09	1.113	0.08
Thermal insulation in cavity - hard boards - no overlap - plastic - polyurethane - 7 cm	<b>m2</b>			120	noodzakelijk	1	0.07	0.023	3.04
Thermal insulation in cavity - hard boards - no overlap - plastic - polyurethane - 8,2 cm	<b>m2</b>			120	noodzakelijk	1	0.08 2	0.023	3.56
Wall finishes, internal - plaster - gypsum on brickwork - with machine (for paint or wall paper)	<b>m2</b>	5	10	40	esthetisch	1	0.01	0.520	0.02
Wall finishes, internal - treatment of closing sub-element - painting on gypsum plaster - acrylic paint	<b>m2</b>		5	10	esthetisch	1		nvt	

Beschrijving	eh	KO	GO	VV	Type VV	Ratio	d (m)	$\lambda$ (W/m.K)	R (m <sup>2</sup> .K/W)
<b>BW13 betonsteen_vol_RW7.5_gevelsteen</b>									
outer wall - loadbearing - primary part - blocks/stones - concrete - massive (290x140x190)	m2			120	noodzakelijk	1	0.14	1.580	0.09
air cavity, d = 3 cm, horizontal - not ventilated	m2			120	noodzakelijk	1	0.03	nvt	0.18
Wall finishes, external - infrastructure - cavity wall ties - iron proof steel (180 x 3,5 mm)	m2			120	noodzakelijk	1		nvt	
Wall finishes, external - infrastructure - cavity wall ties - insulation clips	m2			120	noodzakelijk	1		nvt	
Wall, external finishes - closing sub-element - blocks/stones - face bricks - handvorm stone M50 (190x90x50), incl. Mortar and joint filling	m2		30	120	noodzakelijk	1	0.09	1.113	0.09
Thermal insulation in cavity - blanket, batt - anorganic fiber - rock wool - medium hard (7,5 cm)	m2			120	noodzakelijk	1	0.07 5	0.036	2.08
Wall finishes, internal - plaster - gypsum on brickwork - with machine (for paint or wall paper)	m2	5	10	40	esthetisch	1	0.01	0.520	0.02
Wall finishes, internal - treatment of closing sub-element - painting on gypsum plaster - acrylic paint	m2		5	10	esthetisch	1		nvt	

Beschrijving	eh	KO	GO	VV	Type VV	Ratio	d (m)	$\lambda$ (W/m.K)	R (m <sup>2</sup> .K/W)
<b>BW14_snelbouw_isol_RW6_gevelsteen</b>									
outer wall - loadbearing - primary part - blocks/stones - building bricks - insulating (290x140x140), incl. mortar	<b>m2</b>			120	noodzakelijk	1	0.14	0.326	0.43
air cavity, d = 3 cm, horizontal - not ventilated	<b>m2</b>			120	noodzakelijk	1	0.03	nvt	0.18
Wall finishes, external - infrastructure - cavity wall ties - iron proof steel (180 x 3,5 mm)	<b>m2</b>			120	noodzakelijk	1		nvt	
Wall finishes, external - infrastructure - cavity wall ties - insulation clips	<b>m2</b>			120	noodzakelijk	1		nvt	
Wall, external finishes - closing sub-element - blocks/stones - face bricks - handvorm stone M50 (190x90x50), incl. Mortar and joint filling	<b>m2</b>		30	120	noodzakelijk	1	0.09	1.113	0.08
Thermal insulation in cavity - blanket, batt - anorganic fiber - rock wool - medium hard (6 cm)	<b>m2</b>			120	noodzakelijk	1	0.06	0.036	1.67
Wall finishes, internal - plaster - gypsum on brickwork - with machine (for paint or wall paper)	<b>m2</b>	5	10	40	esthetisch	1	0.01	0.520	0.02
Wall finishes, internal - treatment of closing sub-element - painting on gypsum plaster - acrylic paint	<b>m2</b>		5	10	esthetisch	1		nvt	

Beschrijving	eh	KO	GO	VV	Type VV	Ratio	d (m)	$\lambda$ (W/m.K)	R (m <sup>2</sup> .K/W)
<b>BW15_snelbouw_isol_RW8_crepi</b>									
outer wall - loadbearing - primary part - blocks/stones - building bricks - insulating (290x140x140), incl. mortar	<b>m2</b>			120	noodzakelijk	1	0.14	0.326	0.43
Wall, external finishes - closing sub-element - traditional plaster on insulation (EPS or XPS boards) - machinaal	<b>m2</b>		15	40	esthetisch	1	0.033	1.500	0.02
Thermal insulation - rockwool - 8 cm, to be plastered	<b>m2</b>			40	noodzakelijk	1	0.09	0.040	2.23
Wall finishes, internal - plaster - gypsum on brickwork - with machine (for paint or wall paper)	<b>m2</b>	5	10	40	esthetisch	1	0.01	0.520	0.02
Wall finishes, internal - treatment of closing sub-element - painting on gypsum plaster - acrylic paint	<b>m2</b>		5	10	esthetisch	1		nvt	
<b>BW16_snelbouw_isol_EPS7_crepi</b>									
outer wall - loadbearing - primary part - blocks/stones - building bricks - insulating (290x140x140), incl. mortar	<b>m2</b>			120	noodzakelijk	1	0.14	0.326	0.43
Wall, external finishes - closing sub-element - traditional plaster on insulation (EPS or XPS boards) - machinaal	<b>m2</b>		15	40	esthetisch	1	0.033	1.500	0.02
Thermal insulation - hard boards - no overlap - plastic - polystyrene, expanded - 7 cm, to be plastered	<b>m2</b>			40	noodzakelijk	1	0.08	0.040	2.01
Wall finishes, internal - plaster - gypsum on brickwork - with machine (for paint or wall paper)	<b>m2</b>	5	10	40	esthetisch	1	0.01	0.520	0.02
Wall finishes, internal - treatment of closing sub-element - painting on gypsum plaster - acrylic paint	<b>m2</b>		5	10	esthetisch	1		nvt	



Beschrijving	eh	KO	GO	VV	Type VV	Ratio	d (m)	$\lambda$ (W/m.K)	R (m <sup>2</sup> .K/W)
<b>BW17_snelbouw_RW7.5_gevelsteen</b>									
outer wall - loadbearing - primary part - blocks/stones - building bricks (290x140x140), incl. mortar	<b>m2</b>			120	noodzakelijk	1	0.14	0.407	0.34
air cavity, d = 3 cm, horizontal - not ventilated	<b>m2</b>			120	noodzakelijk	1	0.03	nvt	0.18
Wall finishes, external - infrastructure - cavity wall ties - iron proof steel (180 x 3,5 mm)	<b>m2</b>			120	noodzakelijk	1		nvt	
Wall finishes, external - infrastructure - cavity wall ties - insulation clips	<b>m2</b>			120	noodzakelijk	1		nvt	
Wall, external finishes - closing sub-element - blocks/stones - face bricks - handvorm stone M50 (190x90x50), incl. Mortar and joint filling	<b>m2</b>		30	120	noodzakelijk	1	0.09	1.113	0.08
Thermal insulation in cavity - blanket, batt - anorganic fiber - rock wool - medium hard (7,5 cm)	<b>m2</b>			120	noodzakelijk	1	0.07 5	0.036	2.08
Wall finishes, internal - plaster - gypsum on brickwork - with machine (for paint or wall paper)	<b>m2</b>	5	10	40	esthetisch	1	0.01	0.520	0.02
Wall finishes, internal - treatment of closing sub-element - painting on gypsum plaster - acrylic paint	<b>m2</b>		5	10	esthetisch	1		nvt	

Beschrijving	eh	KO	GO	VV	Type VV	Ratio	d (m)	$\lambda$ (W/m.K)	R (m <sup>2</sup> .K/W)
<b>BW18_snelbouw_isol_RW6_gevelsteen_leempleister</b>									
outer wall - loadbearing - primary part - blocks/stones - building bricks - insulating (290x140x140), incl. mortar	<b>m2</b>			120	noodzakelijk	1	0.14	0.326	0.43
air cavity, d = 3 cm, horizontal - not ventilated	<b>m2</b>			120	noodzakelijk	1	0.03	nvt	0.18
Wall finishes, external - infrastructure - cavity wall ties - iron proof steel (180 x 3,5 mm)	<b>m2</b>			120	noodzakelijk	1		nvt	
Wall finishes, external - infrastructure - cavity wall ties - insulation clips	<b>m2</b>			120	noodzakelijk	1		nvt	
Wall, external finishes - closing sub-element - blocks/stones - face bricks - handvorm stone M50 (190x90x50), incl. Mortar and joint filling	<b>m2</b>		30	120	noodzakelijk	1	0.09	1.113	0.08
Thermal insulation in cavity - blanket, batt - anorganic fiber - rock wool - medium hard (6 cm)	<b>m2</b>			120	noodzakelijk	1	0.06	0.036	1.67

Beschrijving	eh	KO	GO	VV	Type VV	Ratio	d (m)	$\lambda$ (W/m.K)	R (m <sup>2</sup> .K/W)
<b>BW19_betonsteen_hol_PUR5_betonsteen</b>									
outer wall - loadbearing - primary part - blocks/stones - concrete - hollow (290x140x190)	m2			120	noodzakelijk	1	0.14	nvt	0.11
air cavity, d = 3 cm, horizontal - not ventilated	m2			120	noodzakelijk	1	0.03	nvt	0.18
Wall finishes, external - infrastructure - cavity wall ties - iron proof steel (180 x 3,5 mm)	m2			120	noodzakelijk	1		nvt	
Wall finishes, external - infrastructure - cavity wall ties - insulation clips	m2			120	noodzakelijk	1		nvt	
Wall, external finishes - closing sub-element - blocks/stones - concrete blocks (190x90x90) - incl.mortar and joint filling	m2		30	120	noodzakelijk	1	0.09	1.948	0.05
Thermal insulation in cavity - hard boards - no overlap - plastic - polyurethane - 5 cm	m2			120	noodzakelijk	1	0.05	0.023	2.17
Wall finishes, internal - plaster - gypsum on brickwork - with machine (for paint or wall paper)	m2	5	10	40	esthetisch	1	0.01	0.520	0.02
Wall finishes, internal - treatment of closing sub-element - painting on gypsum plaster - acrylic paint	m2		5	10	esthetisch	1		nvt	

Beschrijving	eh	KO	GO	VV	Type VV	Ratio	d (m)	$\lambda$ (W/m.K)	R (m <sup>2</sup> .K/W)
<b>BW20_cellenbeton30_gevelsteen</b>									
outer wall - loadbearing - primary part - blocks/stones - cellular concrete (600x300x250)	m2			120	noodzakelijk	1	0.3	0.125	2.4
air cavity, d = 3 cm, horizontal - not ventilated	m2			120	noodzakelijk	1	0.03	nvt	0.18
Wall finishes, external - infrastructure - cavity wall ties - iron proof steel (180 x 3,5 mm)	m2			120	noodzakelijk	1		nvt	
Wall, external finishes - closing sub-element - blocks/stones - face bricks - handvorm stone M50 (190x90x50), incl. Mortar and joint filling	m2		30	120	noodzakelijk	1	0.09	1.113	0.08
Wall finishes, internal - plaster - gypsum on brickwork - with machine (for paint or wall paper)	m2	5	10	40	esthetisch	1	0.01	0.520	0.02
Wall finishes, internal - treatment of closing sub-element - painting on gypsum plaster - acrylic paint	m2		5	10	esthetisch	1		nvt	
<b>BW21_cellenbeton48_crepi</b>									
outer wall - loadbearing - primary part - blocks/stones - cellular concrete (600x365x250)	m2			120	noodzakelijk	1	0.36 5	0.125	2.92
Wall, external finishes - closing sub-element - traditional plaster on brickwork - machinaal	m2		15	40	esthetisch	1	0.03 3	1.500	0.02
Wall finishes, internal - plaster - gypsum on brickwork - with machine (for paint or wall paper)	m2	5	10	40	esthetisch	1	0.01	0.520	0.02
Wall finishes, internal - treatment of closing sub-element - painting on gypsum plaster - acrylic paint	m2		5	10	esthetisch	1		nvt	

Beschrijving	eh	KO	GO	VV	Type VV	Ratio	d (m)	$\lambda$ (W/m.K)	R (m <sup>2</sup> .K/W)
<b>BW22_cellenbeton30_RW14_gevelsteen</b>									
outer wall - loadbearing - primary part - blocks/stones - cellular concrete (600x300x250)	<b>m2</b>			120	noodzakelijk	1	0.3	0.125	2.4
air cavity, d = 3 cm, horizontal - not ventilated	<b>m2</b>			120	noodzakelijk	1	0.03	nvt	0.18
Wall finishes, external - infrastructure - cavity wall ties - iron proof steel (210 x 4,0 mm)	<b>m2</b>			120	noodzakelijk	1		nvt	
Wall finishes, external - infrastructure - cavity wall ties - insulation clips	<b>m2</b>			120	noodzakelijk	1		nvt	
Wall, external finishes - closing sub-element - blocks/stones - face bricks - handvorm stone M50 (190x90x50), incl. Mortar and joint filling	<b>m2</b>		30	120	noodzakelijk	1	0.09	1.113	0.08
Thermal insulation in cavity - blanket, batt - anorganic fiber - rock wool - medium hard (14 cm)	<b>m2</b>			120	noodzakelijk	1	0.14	0.036	3.89
Wall finishes, internal - plaster - gypsum on brickwork - with machine (for paint or wall paper)	<b>m2</b>	5	10	40	esthetisch	1	0.01	0.520	0.02
Wall finishes, internal - treatment of closing sub-element - painting on gypsum plaster - acrylic paint	<b>m2</b>		5	10	esthetisch	1		nvt	

Beschrijving	eh	KO	GO	VV	Type VV	Ratio	d (m)	$\lambda$ (W/m.K)	R (m <sup>2</sup> .K/W)
<b>BW23 kalkzandsteen RW7.5 gevelsteen</b>									
outer wall - loadbearing - primary part - blocks/stones - sand-lime brick - hollow - (300x150x150), glued	<b>m2</b>			120	noodzakelijk	1	0.15	0.520	0.29
air cavity, d = 3 cm, horizontal - not ventilated	<b>m2</b>			120	noodzakelijk	1	0.03	nvt	0.18
Wall finishes, external - infrastructure - cavity wall ties - iron proof steel (180 x 3,5 mm)	<b>m2</b>			120	noodzakelijk	1		nvt	
Wall finishes, external - infrastructure - cavity wall ties - insulation clips	<b>m2</b>			120	noodzakelijk	1		nvt	
Wall, external finishes - closing sub-element - blocks/stones - face bricks - handvorm stone M50 (190x90x50), incl. Mortar and joint filling	<b>m2</b>		30	120	noodzakelijk	1	0.09	1.113	0.08
Thermal insulation in cavity - blanket, batt - anorganic fiber - rock wool - medium hard (7,5 cm)	<b>m2</b>			120	noodzakelijk	1	0.07 5	0.036	2.08
Wall finishes, internal - plaster - gypsum on brickwork - with machine (for paint or wall paper)	<b>m2</b>	5	10	40	esthetisch	1	0.01	0.520	0.02
Wall finishes, internal - treatment of closing sub-element - painting on gypsum plaster - acrylic paint	<b>m2</b>		5	10	esthetisch	1		nvt	

Beschrijving	eh	KO	GO	VV	Type VV	Ratio	d (m)	$\lambda$ (W/m.K)	R (m <sup>2</sup> .K/W)
<b>BW24_snelbouw_betonprefabpaneel</b>									
outer wall - loadbearing - primary part - blocks/stones - building bricks (290x140x140), incl. mortar	<b>m2</b>			120	noodzakelijk	1	0.14	0.407	0.34
outer wall - loadbearing - column - steel - IPE - b=73mm h=140mm t=4,7mm	<b>m</b>			120	noodzakelijk	0.23		nvt	
outer wall - loadbearing - beam - steel - UPN - b=100mm h=300mm t=10mm	<b>m</b>			120	noodzakelijk	0.18		nvt	
air cavity, d = 3 cm, horizontal - not ventilated	<b>m2</b>			120	noodzakelijk	1	0.03	nvt	0.18
Wall finishes, external - infrastructure - cavity wall ties - iron proof steel (180 x 3,5 mm)	<b>m2</b>			120	noodzakelijk	1		nvt	
Wall finishes, external - infrastructure - cavity wall ties - insulation clips	<b>m2</b>			120	noodzakelijk	1		nvt	
Wall, external finishes - closing sub-element - concrete sandwich panels 16cm - PUR insulation (6cm)	<b>m2</b>		30	60	noodzakelijk	1	0.2	nvt	2.00
Thermal insulation in cavity - blanket, batt - anorganic fiber - rock wool - medium hard (14 cm)	<b>m2</b>			120	noodzakelijk	1	0.14	0.036	3.89
Wall finishes, internal - plaster - gypsum on brickwork - with machine (for paint or wall paper)	<b>m2</b>	5	10	40	esthetisch	1	0.01	0.520	0.02
Wall finishes, internal - treatment of closing sub-element - painting on gypsum plaster - acrylic paint	<b>m2</b>		5	10	esthetisch	1		nvt	



Beschrijving	eh	KO	GO	VV	Type VV	Ratio	d (m)	$\lambda$ (W/m.K)	R (m <sup>2</sup> .K/W)
<b>BW25 beton insitu RW7.5 betonplaat</b>									
outer wall - loadbearing - primary part - in situ/reinforced concrete	<b>m3</b>			120	noodzakelijk	0.14	0.14	1.700	0.08
air cavity, d = 3 cm, horizontal - not ventilated	<b>m2</b>			120	noodzakelijk	1	0.03	nvt	0.18
Wall finishes, external - infrastructure - cavity wall ties - iron proof steel (180 x 3,5 mm)	<b>m2</b>			120	noodzakelijk	1		nvt	
Wall finishes, external - infrastructure - cavity wall ties - insulation clips	<b>m2</b>			120	noodzakelijk	1		nvt	
Wall, external finishes - closing sub-element - architectural grey concrete - in situ/reinforced - 10 cm	<b>m2</b>		30	120	noodzakelijk	1	0.1	2.200	0.05
Thermal insulation in cavity - blanket, batt - anorganic fiber - rock wool - medium hard (7,5 cm)	<b>m2</b>			120	noodzakelijk	1	0.07 5	0.036	2.08
Wall finishes, internal - plaster - gypsum on brickwork - with machine (for paint or wall paper)	<b>m2</b>	5	10	40	esthetisch	1	0.01	0.520	0.02
Wall finishes, internal - treatment of closing sub-element - painting on gypsum plaster - acrylic paint	<b>m2</b>		5	10	esthetisch	1		nvt	

## Niet-dragende binnenwand

Beschrijving	eh	KO	GO	VV	Type VV	Ratio	d (m)	$\lambda$ (W/m.K)	R (m <sup>2</sup> .K/W)
<b>NDBiW1_houtskelet_1gipskarton</b>									
Internal wall - loadbearing - primary part - wood skeleton (on site) - 10 cm - belgian mix	m2			120	noodzakelijk	1		nvt	
Thermal insulation between wood skeleton - blanket, batt - anorganic fiber - glass wool - 10 cm	m2			120	noodzakelijk	1	0,1	0,056	1,800
Wall finishes, internal - board - gypsum (1,25cm) - screwed (excl. supporting construction) - width 60 cm - inclusive joint filler	m2		10	30	noodzakelijk	2	0,01	nvt	0,050
Wall finishes, internal - support structure for boards -profiles (0,022x0,047)- Belgian mix	m2			30	noodzakelijk	2	0,02	nvt	0,170
Wall finishes, internal - treatment of closing sub-element - painting on gypsum board - acrylic paint	m2		5	10	esthetisch	2		nvt	
<b>NDBiW2_houtskelet_2gipskarton</b>									
Internal wall - loadbearing - primary part - wood skeleton (on site) - 10 cm - belgian mix	m2			120	noodzakelijk	1		nvt	
Thermal insulation between wood skeleton - blanket, batt - anorganic fiber - glass wool - 10 cm	m2			120	noodzakelijk	1	0,1	0,056	1,800
Wall finishes, internal - board - gypsum (1,25cm) - screwed (excl. supporting construction) - width 60 cm - inclusive joint filler	m2		10	30	noodzakelijk	4	0,01	nvt	0,050
Wall finishes, internal - support structure for boards -profiles (0,022x0,047)- Belgian mix	m2			30	noodzakelijk	2	0,02	nvt	0,170
Wall finishes, internal - treatment of closing sub-element - painting on gypsum board - acrylic paint	m2		5	10	esthetisch	2		nvt	

Beschrijving	eh	KO	GO	VV	Type VV	Ratio	d (m)	$\lambda$ (W/m.K)	R (m <sup>2</sup> .K/W)
<b>NDBiW3_metalstud_1gipskarton</b>									
Internal wall - loadbearing - primary part - metal stud - 10 cm	m2			120	noodzakelijk	1	0,1	nvt	
Thermal insulation between steel skeleton - blanket, batt - anorganic fiber - glass wool - 10 cm	m2			120	noodzakelijk	1	0,1	0,047	2,110
Wall finishes, internal - board - gypsum (1,25cm) - screwed (excl. supporting construction) - width 60 cm - inclusive joint filler	m2		10	30	noodzakelijk	2	0,01	nvt	0,050
Wall finishes, internal - support structure for boards -profiles (0,022x0,047)- Belgian mix	m2			30	noodzakelijk	2	0,02	nvt	0,170
Wall finishes, internal - treatment of closing sub-element - painting on gypsum board - acrylic paint	m2		5	10	esthetisch	2		nvt	
<b>NDBiW4_metalstud_2gipskarton</b>									
Internal wall - loadbearing - primary part - metal stud - 10 cm	m2			120	noodzakelijk	1	0,1	nvt	
Thermal insulation between steel skeleton - blanket, batt - anorganic fiber - glass wool - 10 cm	m2			120	noodzakelijk	1	0,1	0,047	2,110
Wall finishes, internal - board - gypsum (1,25cm) - screwed (excl. supporting construction) - width 60 cm - inclusive joint filler	m2		10	30	noodzakelijk	4	0,01	nvt	0,050
Wall finishes, internal - support structure for boards -profiles (0,022x0,047)- Belgian mix	m2			30	noodzakelijk	2	0,02	nvt	0,170
Wall finishes, internal - treatment of closing sub-element - painting on gypsum board - acrylic paint	m2		5	10	esthetisch	2		nvt	
<b>NDBiW5_snelbouwsteen</b>									
Internal wall - non-bearing - primary part - blocks/stones - building bricks (290x90x140), incl. mortar	m2			120	noodzakelijk	1	0,09	0,380	0,240
Wall finishes, internal - plaster - gypsum on brickwork - with machine (for paint or wall paper)	m2	5	10	40	esthetisch	2	0,01	0,520	0,020
Wall finishes, internal - treatment of closing sub-element - painting on gypsum plaster - acrylic paint	m2		5	10	esthetisch	2		nvt	

Beschrijving	eh	KO	GO	VV	Type VV	Ratio	d (m)	$\lambda$ (W/m.K)	R (m <sup>2</sup> .K/W)
<b>NDBiW6_beton</b>									
Internal wall - loadbearing - primary part - in situ/reinforced concrete	m3			120	noodzakelijk	0,1		1,700	
Wall finishes, internal - plaster - gypsum on brickwork - with machine (for paint or wall paper)	m2	5	10	40	esthetisch	2	0,01	0,520	0,020
Wall finishes, internal - treatment of closing sub-element - painting on gypsum plaster - acrylic paint	m2		5	10	esthetisch	2		nvt	
<b>NDBiW7_beton gerecycleerd</b>									
Internal wall - loadbearing - primary part - in situ/reinforced concrete recycled	m3			120	noodzakelijk	0,1		1,700	
Wall finishes, internal - plaster - gypsum on brickwork - with machine (for paint or wall paper)	m2	5	10	40	esthetisch	2	0,01	0,520	0,020
Wall finishes, internal - treatment of closing sub-element - painting on gypsum plaster - acrylic paint	m2		5	10	esthetisch	2		nvt	
<b>NDBiW8_gipsblokken</b>									
Internal wall - non-bearing - primary part - blocks/stones - gypsum block - 10 cm, glued	m2			120	noodzakelijk	1	0,1	nvt	0,310
Wall finishes, internal - plaster - gypsum on brickwork - with machine (for paint or wall paper)	m2	5	10	40	esthetisch	2	0,01	0,520	0,020
Wall finishes, internal - treatment of closing sub-element - painting on gypsum plaster - acrylic paint	m2		5	10	esthetisch	2		nvt	

Beschrijving	eh	KO	GO	VV	Type VV	Ratio	d (m)	$\lambda$ (W/m.K)	R (m <sup>2</sup> .K/W)
<b>NDBiW9_houtskelet_gipsvezelplaat</b>									
Internal wall - loadbearing - primary part - wood skeleton (on site) - 10 cm - belgian mix	m2			120	noodzakelijk	1		nvt	
Thermal insulation between wood skeleton - blanket, batt - anorganic fiber - glass wool - 10 cm	m2			120	noodzakelijk	1	0,1	0,056	1,800
Wall finishes, internal - board - gypsum fibre board- screwed (excl. supporting construction) -width 60 cm - inclusive joint filler	m2		10	30	noodzakelijk	2	0,01	0,320	0,040
Wall finishes, internal - support structure for boards -profiles (0,022x0,047)- Belgian mix	m2			30	noodzakelijk	2	0,02	nvt	0,170
Wall finishes, internal - treatment of closing sub-element - painting on gypsum board - acrylic paint	m2		5	10	esthetisch	2		nvt	
<b>NDBiW10_systeemwand_vol</b>									
Internal wall - non-bearing - primary part - system wall - full panel - 10 cm	m2		10	15	noodzakelijk	1	0,1	nvt	
<b>NDBiW11_systeemwand_glas</b>									
Internal wall - non-bearing - primary part - sysem wall - 100% glazing	m2		10	15	noodzakelijk	1	0,01	nvt	
<b>NDBiW12_systeemwand_50%glas</b>									
Internal wall - non-bearing - primary part - sysem wall - 50% glazing 50% full	m2		10	15	noodzakelijk	1	0,1	nvt	

## Dragende binnenwand

Beschrijving	eh	KO	GO	VV	Type VV	Ratio	d	$\lambda$	R
							(m)	(W/m.K)	(m <sup>2</sup> .K/W)
<b>DBiW1_snelbouwsteen</b>									
Internal wall - loadbearing - primary part - blocks/stones - building bricks (290x140x140), incl. mortar	<b>m2</b>			120	noodzakelijk	1	0,14	0,353	0,400
Wall finishes, internal - plaster - gypsum on brickwork - with machine (for paint or wall paper)	<b>m2</b>	5	10	40	esthetisch	2	0,01	0,520	0,020
Wall finishes, internal - treatment of closing sub-element - painting on gypsum plaster - acrylic paint	<b>m2</b>		5	10	esthetisch	2		nvt	
<b>DBiW2_beton</b>									
Internal wall - loadbearing - primary part - in situ/reinforced concrete	<b>m3</b>			120	noodzakelijk	0,14		1,700	
Wall finishes, internal - plaster - gypsum on brickwork - with machine (for paint or wall paper)	<b>m2</b>	5	10	40	esthetisch	2	0,01	0,520	0,020
Wall finishes, internal - treatment of closing sub-element - painting on gypsum plaster - acrylic paint	<b>m2</b>		5	10	esthetisch	2		nvt	
<b>DBiW3_houtskelet</b>									
Internal wall - loadbearing - primary part - blocks/stones - building bricks (290x140x140), incl. mortar	<b>m2</b>			120	noodzakelijk	0,027	0,14	0,353	0,400
Internal wall - loadbearing - primary part - wood skeleton (on site) - 14 cm - belgian mix	<b>m2</b>			120	noodzakelijk	0,973		nvt	
Thermal insulation between wood skeleton - blanket, batt - anorganic fiber - glass wool - 14cm	<b>m2</b>			120	noodzakelijk	1	0,14	0,054	2,590
Wall finishes, internal - board - gypsum (1,25cm) - screwed (excl. supporting construction) - width 60 cm - inclusive joint filler	<b>m2</b>		10	30	noodzakelijk	2	0,01	nvt	0,050
Wall finishes, internal - support structure for boards -profiles (0,022x0,047)- Belgian mix	<b>m2</b>			30	noodzakelijk	2	0,02	nvt	0,170
Wall finishes, internal - treatment of closing sub-element - painting on gypsum board - acrylic paint	<b>m2</b>		5	10	esthetisch	2		nvt	

Beschrijving	eh	KO	GO	VV	Type VV	Ratio	d	$\lambda$	R
							(m)	(W/m.K)	(m2.K/W)
<b>DBiW4_kalkzandsteen</b>									
Internal wall - loadbearing - primary part - blocks/stones - sand-lime brick - hollow - (300x150x150), glued	<b>m2</b>			120	noodzakelijk	1	0,15	0,520	0,290
Wall finishes, internal - plaster - gypsum on brickwork - with machine (for paint or wall paper)	<b>m2</b>	5	10	40	esthetisch	2	0,01	0,520	0,020
Wall finishes, internal - treatment of closing sub-element - painting on gypsum plaster - acrylic paint	<b>m2</b>		5	10	esthetisch	2		nvt	
<b>DBiW5_cellenbeton</b>									
Internal wall - loadbearing - primary part - blocks/stones - cellular concrete (600x150x250)	<b>m2</b>			120	noodzakelijk	1	0,15	0,125	1,200
Wall finishes, internal - plaster - gypsum on brickwork - with machine (for paint or wall paper)	<b>m2</b>	5	10	40	esthetisch	2	0,01	0,520	0,020
Wall finishes, internal - treatment of closing sub-element - painting on gypsum plaster - acrylic paint	<b>m2</b>		5	10	esthetisch	2		nvt	
<b>DBiW6_holle betonsteen</b>									
Internal wall - loadbearing - primary part - blocks/stones - concrete - hollow (290x140x190)	<b>m2</b>	0	0	120	noodzakelijk	1	0,19	nvt	0,110
Wall finishes, internal - plaster - gypsum on brickwork - with machine (for paint or wall paper)	<b>m2</b>	5	10	40	esthetisch	2	0,01	0,520	0,019
Wall finishes, internal - treatment of closing sub-element - painting on gypsum plaster - acrylic paint	<b>m2</b>	0	5	10	esthetisch	2	0	nvt	0,000
<b>DBiW7_zichtbetonblok</b>									
Internal wall - loadbearing - primary part - blocks/stones - concrete - hollow (290x140x190)	<b>m2</b>	0	0	120	noodzakelijk	1	0,19 0	nvt	0,11



## Verdiepingsvloer

Beschrijving	eh	KO	GO	VV	Type VV	Ratio	d	$\lambda$	R
							(m)	(W/m.K)	(m <sup>2</sup> .K/W)
<b>VV1_beton_tegels</b>									
Roof slab - flat roof - in situ - reinforced concrete 15 cm	m2			120	noodzakelijk	1	0,15	1,950	0,080
Floor finish - tiles - ceramic (geperst, verglaasd gres) 30 x 30cm - glued	m2		15	60	esthetisch	1	0,01	1,200	0,010
Floor, supporting structure for finish - screed - cement based - 5cm	m2			120	noodzakelijk	1	0,05	0,840	0,060
Ceiling finish - plaster - gypsum - machinale bepleistering op gewapend beton (12 mm)	m2	5	10	40	esthetisch	1	0,01	0,520	0,020
Ceiling finish - paint - acrylaat paint on plaster	m2		5	10	esthetisch	1		nvt	
<b>VV2_beton_linoleum</b>									
Roof slab - flat roof - in situ - reinforced concrete 15 cm	m2			120	noodzakelijk	1	0,15	1,950	0,080
Floor finish - linoleum (dikte 2,5mm)	m2			15	esthetisch	1	0	0,190	0,010
Floor, supporting structure for finish - screed - cement based - 5cm	m2			120	noodzakelijk	1	0,05	0,840	0,060
Ceiling finish - plaster - gypsum - machinale bepleistering op gewapend beton (12 mm)	m2	5	10	40	esthetisch	1	0,01	0,520	0,020
Ceiling finish - paint - acrylaat paint on plaster	m2		5	10	esthetisch	1		nvt	
<b>VV3_beton_staalplaat_linoleum</b>									
Roof slab - flat roof - in situ - reinforced concrete 12 cm + profiled steel plate 1 mm	m2			120	noodzakelijk	1	0,12	1,966	0,060
Floor finish - linoleum (dikte 2,5mm)	m2			15	esthetisch	1	0	0,190	0,010
Floor, supporting structure for finish - screed - cement based - 5cm	m2			120	noodzakelijk	1	0,05	0,840	0,060
Ceiling finish - plaster - gypsum - machinale bepleistering op gewapend beton (12 mm)	m2	5	10	40	esthetisch	1	0,01	0,520	0,020
Ceiling finish - paint - acrylaat paint on plaster	m2		5	10	esthetisch	1		nvt	

Beschrijving	eh	KO	GO	VV	Type VV	Ratio	d	$\lambda$	R
							(m)	(W/m.K)	(m <sup>2</sup> .K/W)
<b>VV4_potten en balken (klei)_tegels</b>									
Roof slab - flat roof - precast prestressed concrete beams with clay block infill (potten en balken - gebakken aarde) 12 cm	m2			120	noodzakelijk	1	0,12	0,628	0,190
pressure layer (druklaag) - in situ cast concrete - 3 cm (optional on hollow slabs (welfsels) and TT element, always on beams and blocks (potten en balken))	m2			120	noodzakelijk	1	0,03	1,500	0,020
Floor finish - tiles - ceramic (geperst, verglaasd gres) 30 x 30cm - glued	m2		15	60	esthetisch	1	0,01	1,200	0,010
Floor, supporting structure for finish - screed - cement based - 5cm	m2			120	noodzakelijk	1	0,05	0,840	0,060
Ceiling finish - plaster - gypsum - machinale bepleistering op welfsels (12 mm)	m2	5	10	40	esthetisch	1	0,01	0,520	0,020
Ceiling finish - paint - acrylaat paint on plaster	m2		5	10	esthetisch	1		nvt	
<b>VV5_beton_parket</b>									
Roof slab - flat roof - in situ - reinforced concrete 15 cm	m2			120	noodzakelijk	1	0,15	1,950	0,080
Floor finish - parquet - hardwood (Belgian mix) - glued	m2	1	15	30	esthetisch	1	0,02	0,130	0,170
Floor, supporting structure for finish - screed - cement based - 5cm	m2			120	noodzakelijk	1	0,05	0,840	0,060
Floor, supporting structure for chape - reinforcement net	m2			120	noodzakelijk	1	0	nvt	
Ceiling finish - plaster - gypsum - machinale bepleistering op gewapend beton (12 mm)	m2	5	10	40	esthetisch	1	0,01	0,520	0,020
Ceiling finish - paint - acrylaat paint on plaster	m2		5	10	esthetisch	1		nvt	
Roof finishes - vapour felt - polyethyleen (PE)	m2			120	noodzakelijk	1	0	nvt	

Beschrijving	eh	KO	GO	VV	Type VV	Ratio	d	$\lambda$	R
							(m)	(W/m.K)	(m2.K/W)
<b>VV6_welfsels16.5_NVG_linoleum</b>									
Roof slab - flat roof - precast hollow slab (welfsels) - reinforced concrete 16,5 cm	<b>m2</b>			120	noodzakelijk	1	0,17	1,950	0,080
pressure layer (druklaag) - in situ cast concrete - 3 cm (optional on hollow slabs (welfsels) and TT element, always on beams and blocks (potten en balken))	<b>m2</b>			120	noodzakelijk	1	0,03	1,500	0,020
Floor finish - linoleum (dikte 2,5mm)	<b>m2</b>			15	esthetisch	1	0	0,190	0,010
Floor, supporting structure for finish - screed - cement based - 5cm	<b>m2</b>			120	noodzakelijk	1	0,05	0,840	0,060
Ceiling finish - plaster - gypsum - machinale bepleistering op welfsels (12 mm)	<b>m2</b>	5	10	40	esthetisch	1	0,01	0,520	0,020
Ceiling finish - paint - acrylaat paint on plaster	<b>m2</b>		5	10	esthetisch	1		nvt	
<b>VV7_welfsels12_VG_linoleum</b>									
Roof slab - flat roof - precast hollow slab (welfsels) - prestressed concrete 12 cm	<b>m2</b>			120	noodzakelijk	1	0,12	1,950	0,060
pressure layer (druklaag) - in situ cast concrete - 3 cm (optional on hollow slabs (welfsels) and TT element, always on beams and blocks (potten en balken))	<b>m2</b>			120	noodzakelijk	1	0,03	1,500	0,020
Floor finish - linoleum (dikte 2,5mm)	<b>m2</b>			15	esthetisch	1	0	0,190	0,010
Floor, supporting structure for finish - screed - cement based - 5cm	<b>m2</b>			120	noodzakelijk	1	0,05	0,840	0,060
Ceiling finish - plaster - gypsum - machinale bepleistering op welfsels (12 mm)	<b>m2</b>	5	10	40	esthetisch	1	0,01	0,520	0,020
Ceiling finish - paint - acrylaat paint on plaster	<b>m2</b>		5	10	esthetisch	1		nvt	

Beschrijving	eh	KO	GO	VV	Type VV	Ratio	d	$\lambda$	R
							(m)	(W/m.K)	(m <sup>2</sup> .K/W)
<b>VV8_beton_kurk</b>									
Roof slab - flat roof - in situ - reinforced concrete 15 cm	<b>m2</b>			120	noodzakelijk	1	0,15	1,950	0,080
Floor finish - cork (dikte 4mm)	<b>m2</b>	1	5	15	esthetisch	1	0	0,057	0,070
Floor, supporting structure for finish - screed - cement based - 5cm	<b>m2</b>			120	noodzakelijk	1	0,05	0,840	0,060
Ceiling finish - plaster - gypsum - machinale bepleistering op gewapend beton (12 mm)	<b>m2</b>	5	10	40	esthetisch	1	0,01	0,520	0,020
Ceiling finish - paint - acrylaat paint on plaster	<b>m2</b>		5	10	esthetisch	1		nvt	
<b>VV9_welfsels12_VG_linoleum_rotswolplaten</b>									
Roof slab - flat roof - precast hollow slab (welfsels) - prestressed concrete 12 cm	<b>m2</b>			120	noodzakelijk	1	0,12	1,950	0,060
pressure layer (druklaag) - in situ cast concrete - 3 cm (optional on hollow slabs (welfsels) and TT element, always on beams and blocks (potten en balken))	<b>m2</b>			120	noodzakelijk	1	0,03	1,500	0,020
Floor finish - linoleum (dikte 2,5mm)	<b>m2</b>			15	esthetisch	1	0	0,190	0,010
Floor, supporting structure for finish - screed - cement based - 5cm	<b>m2</b>			120	noodzakelijk	1	0,05	0,840	0,060
Ceiling finish - support structure for boards - profiles - metal	<b>m2</b>			30	noodzakelijk	1	0,03	nvt	0,160
Ceiling finish - support structure for suspended ceiling (up to 10 cm) - metal	<b>m2</b>			30	noodzakelijk	1	0,1	nvt	0,160
Ceiling finish - rockwool panel (2 cm) - for suspended ceiling (only to be combined with metallic substructure)	<b>m2</b>		10	30	esthetisch	1	0,02	nvt	

Beschrijving	eh	KO	GO	VV	Type VV	Ratio	d	$\lambda$	R
							(m)	(W/m.K)	(m2.K/W)
<b>VV10_hout_RW03_parket</b>									
Roof slab - flat roof - joists and cross beams - wood (Belgian mix) - height 22 cm - (each 40 cm)	m2		30	120	noodzakelijk	1		nvt	
air cavity between wooden roof floor structure, d = 22 cm	m2			120	noodzakelijk	1	0,22	1,074	0,200
Floor finish - parquet - hardwood (Belgian mix) - glued	m2	1	15	30	esthetisch	1	0,02	0,130	0,170
Floor, supporting structure for finish - ondervloer in OSB III - 18 mm (plaatafmeting 244 x 122)	m2			120	noodzakelijk	1	0,02	0,130	0,140
Floor bed, thermal insulation - upon floor bed - rockwool 3 cm	m2			120	noodzakelijk	1	0,03	0,040	0,750
Ceiling finish - board - gypsum (1,25 cm), width 1,2 meter, screwed, inclusive joint filler	m2		10	30	noodzakelijk	1	0,01	nvt	0,050
Ceiling finish - support structure for boards - profiles - wood	m2			30	noodzakelijk	1	0,02	nvt	0,160
Ceiling finish - paint - acrylic paint on gypsum plasterboard	m2		5	10	esthetisch	1		nvt	
Roof finishes - vapour felt - polyethyleen (PE)	m2			120	noodzakelijk	1	0	nvt	
<b>VV11_beton_laminaat</b>									
Roof slab - flat roof - in situ - reinforced concrete 15 cm	m2			120	noodzakelijk	1	0,15	1,950	0,080
Floor finish - plankenvloer - laminaat	m2		10	15	esthetisch	1	0,01	nvt	
Floor, supporting structure for finish - screed - cement based - 5cm	m2			120	noodzakelijk	1	0,05	0,840	0,060
Floor, supporting structure for chape - reinforcement net	m2			120	noodzakelijk	1	0	nvt	
Ceiling finish - plaster - gypsum - machinale bepleistering op gewapend beton (12 mm)	m2	5	10	40	esthetisch	1	0,01	0,520	0,020
Ceiling finish - paint - acrylaat paint on plaster	m2		5	10	esthetisch	1		nvt	
Roof finishes - vapour felt - polyethyleen (PE)	m2			120	noodzakelijk	1	0	nvt	

Beschrijving	eh	KO	GO	VV	Type VV	Ratio	d	$\lambda$	R
							(m)	(W/m.K)	(m2.K/W)
<b>VV12_welfsels12_VG_RW3_tegels</b>									
Roof slab - flat roof - precast hollow slab (welfsels) - prestressed concrete 12 cm	m2			120	noodzakelijk	1	0,12	1,950	0,062
pressure layer (druklaag) - in situ cast concrete - 3 cm (optional on hollow slabs (welfsels) and TT element, always on beams and blocks (potten en balken))	m2			120	noodzakelijk	1	0,03	1,500	0,020
Floor finish - tiles - ceramic (geperst, verglaasd gres) 30 x 30cm - glued	m2		15	60	esthetisch	1	0,01	1,200	0,008
Floor, supporting structure for finish - screed - cement based - 5cm	m2			120	noodzakelijk	1	0,05	0,840	0,060
Floor bed, thermal insulation - upon floor bed - rockwool 3 cm	m2			120	noodzakelijk	1	0,03	0,040	0,750
Ceiling finish - plaster - gypsum - machinale bepleistering op welfsels (12 mm)	m2	5	10	40	esthetisch	1	0,012	0,520	0,023
Ceiling finish - paint - acrylaat paint on plaster	m2		5	10	esthetisch	1		nvt	
<b>VV13_welfsels12_VG_RW3_tapijt</b>									
Roof slab - flat roof - precast hollow slab (welfsels) - prestressed concrete 12 cm	m2			120	noodzakelijk	1	0,12	1,950	0,062
pressure layer (druklaag) - in situ cast concrete - 3 cm (optional on hollow slabs (welfsels) and TT element, always on beams and blocks (potten en balken))	m2			120	noodzakelijk	1	0,03	1,500	0,020
Floor finish - carpet - getuft vast tapijt (courant gebruik (T3)) - enkele verlijming	m2	2	10	15	esthetisch	1	0,075	0,230	0,326
Floor, supporting structure for finish - screed - cement based - 5cm	m2			120	noodzakelijk	1	0,05	0,840	0,060
Floor bed, thermal insulation - upon floor bed - rockwool 3 cm	m2			120	noodzakelijk	1	0,03	0,040	0,750
Ceiling finish - plaster - gypsum - machinale bepleistering op welfsels (12 mm)	m2	5	10	40	esthetisch	1	0,012	0,520	0,023
Ceiling finish - paint - acrylaat paint on plaster	m2		5	10	esthetisch	1		nvt	

Beschrijving	eh	KO	GO	VV	Type VV	Ratio	d	$\lambda$	R
							(m)	(W/m.K)	(m2.K/W)
<b>VV14_houtRW22_RW3_tegels</b>									
Roof slab - flat roof - joists and cross beams - wood (Belgian mix) - height 22 cm - (each 40 cm)	<b>m2</b>		30	120	noodzakelijk	1		nvt	
Flat roof - rockwool between wooden joists and beams - 22 cm	<b>m2</b>			120	noodzakelijk	1	0,22	0,061	3,619
Floor finish - tiles - ceramic (geperst, verglaasd gres) 30 x 30cm - glued	<b>m2</b>		15	60	esthetisch	1	0,01	1,200	0,008
Floor, supporting structure for finish - screed - cement based - 5cm	<b>m2</b>			120	noodzakelijk	1	0,05	0,840	0,060
Floor, supporting structure for finish - ondervloer in OSB III - 18 mm (plaatafmeting 244 x 122)	<b>m2</b>			120	noodzakelijk	1	0,018	0,130	0,138
Floor bed, thermal insulation - upon floor bed - rockwool 3 cm	<b>m2</b>			120	noodzakelijk	1	0,03	0,040	0,750
Ceiling finish - board - gypsum (1,25 cm), width 1,2 meter, screwed, inclusive joint filler	<b>m2</b>		10	30	noodzakelijk	1	0,0125	nvt	0,050
Ceiling finish - support structure for boards - profiles - wood	<b>m2</b>			30	noodzakelijk	1	0,022	nvt	0,160
Ceiling finish - paint - acrylic paint on gypsum plasterboard	<b>m2</b>		5	10	esthetisch	1		nvt	

Beschrijving	eh	KO	GO	VV	Type VV	Ratio	d	$\lambda$	R
							(m)	(W/m.K)	(m <sup>2</sup> .K/W)
<b>VV15_houtRW22_RW3_droge dekvloer_tegels</b>									
Roof slab - flat roof - joists and cross beams - wood (Belgian mix) - height 22 cm - (each 40 cm)	<b>m2</b>		30	120	noodzakelijk	1		nvt	
Flat roof - rockwool between wooden joists and beams - 22 cm	<b>m2</b>			120	noodzakelijk	1	0,22	0,061	3,619
Floor finish - tiles - ceramic (geperst, verglaasd gres) 30 x 30cm - glued	<b>m2</b>		15	60	esthetisch	1	0,01	1,200	0,008
Floor, supporting structure for finish - screed - gypsum fibre board (18 mm) + rockwool (10 mm)	<b>m2</b>			120	noodzakelijk	1	0,028	0,094	0,297
Floor, supporting structure for finish - ondervloer in OSB III - 18 mm (plaatafmeting 244 x 122)	<b>m2</b>			120	noodzakelijk	1	0,018	0,130	0,138
Ceiling finish - board - gypsum (1,25 cm), width 1,2 meter, screwed, inclusive joint filler	<b>m2</b>		10	30	noodzakelijk	1	0,0125	nvt	0,050
Ceiling finish - support structure for boards - profiles - wood	<b>m2</b>			30	noodzakelijk	1	0,022	nvt	0,160
Ceiling finish - paint - acrylic paint on gypsum plasterboard	<b>m2</b>		5	10	esthetisch	1		nvt	



Beschrijving	eh	KO	GO	VV	Type VV	Ratio	d	$\lambda$	R
							(m)	(W/m.K)	(m <sup>2</sup> .K/W)
<b>VV16_welfsels12_VG_RW3_laminaat</b>									
Roof slab - flat roof - precast hollow slab (welfsels) - prestressed concrete 12 cm	<b>m2</b>			120	noodzakelijk	1	0,12	1,950	0,062
pressure layer (druklaag) - in situ cast concrete - 3 cm (optional on hollow slabs (welfsels) and TT element, always on beams and blocks (potten en balken))	<b>m2</b>			120	noodzakelijk	1	0,03	1,500	0,020
Floor finish - plankenvloer - laminaat	<b>m2</b>		10	15	esthetisch	1	0,013	nvt	
Floor, supporting structure for finish - screed - cement based - 5cm	<b>m2</b>			120	noodzakelijk	1	0,05	0,840	0,060
Floor, supporting structure for chape - reinforcement net	<b>m2</b>			120	noodzakelijk	1	0,002	nvt	
Floor bed, thermal insulation - upon floor bed - rockwool 3 cm	<b>m2</b>			120	noodzakelijk	1	0,03	0,040	0,750
Ceiling finish - plaster - gypsum - machinale bepleistering op welfsels (12 mm)	<b>m2</b>	5	10	40	esthetisch	1	0,012	0,520	0,023
Ceiling finish - paint - acrylaat paint on plaster	<b>m2</b>		5	10	esthetisch	1		nvt	
Roof finishes - vapour felt - polyethyleen (PE)	<b>m2</b>			120	noodzakelijk	1	0,0002	nvt	

## Trap

Beschrijving	eh	KO	GO	VV	Type VV	Ratio	d	$\lambda$	R
							(m)	(W/m.K)	(m2.K/W)
<b>trap1_hout_open</b>									
staircase (open) - wood - in situ - step	<b>step</b>			120	noodzakelijk	17		nvt	nvt
staircase - wood - in situ - trapboom	<b>step</b>			120	noodzakelijk	17		nvt	nvt
staircase - wood - in situ - muurboom	<b>step</b>			120	noodzakelijk	17		nvt	nvt
wooden stair post (2) - open side (houten trappaal)	<b>stair</b>			120	esthetisch	1	1,2	nvt	nvt
wooden railing - open side (houten trapeuning)	<b>step</b>			60	esthetisch	17	0,86	nvt	nvt
wooden railing - open side (houten trapeuning) - varnish	<b>step</b>			10	esthetisch	17		nvt	nvt
wooden stair post (2) - open side (houten trappaal) - varnish	<b>stair</b>			10	esthetisch	1		nvt	nvt
Staircase (closed) finish - wood - varnish - step (24 cm)	<b>step</b>			10	esthetisch	17		nvt	nvt
Staircase (closed) finish - wood - varnish - timber string on open side (trapboom)	<b>step</b>			10	esthetisch	17		nvt	nvt
Staircase (closed) finish - wood - varnish - timber string on wall side (muurboom)	<b>step</b>			120	esthetisch	17		nvt	nvt

Beschrijving	eh	KO	GO	VV	Type VV	Ratio	d	λ	R
							(m)	(W/m.K)	(m2.K/W)
<b>trap2_hout_gesloten</b>									
staircase (closed) - wood - in situ - step + riseboard	<b>step</b>			120	noodzakelijk	17		nvt	nvt
staircase - wood - in situ - trapboom	<b>step</b>			120	noodzakelijk	17		nvt	nvt
staircase - wood - in situ - muurboom	<b>step</b>			120	noodzakelijk	17		nvt	nvt
wooden stair post (2) - open side (houten trappaal)	<b>stair</b>			120	esthetisch	1	1,2	nvt	nvt
wooden railing - open side (houten trapeuning)	<b>step</b>			60	esthetisch	17	0,86	nvt	nvt
wooden railing - open side (houten trapeuning) - varnish	<b>step</b>			10	esthetisch	17		nvt	nvt
wooden stair post (2) - open side (houten trappaal) - varnish	<b>stair</b>			10	esthetisch	1		nvt	nvt
Staircase (closed) finish - wood - varnish - step (24 cm)	<b>step</b>			10	esthetisch	17		nvt	nvt
Staircase (closed) finish - wood - varnish - riseboard (18 cm)	<b>step</b>			10	esthetisch	17		nvt	nvt
Staircase (closed) finish - wood - varnish - timber string on open side (trapboom)	<b>step</b>			10	esthetisch	17		nvt	nvt
Staircase (closed) finish - wood - varnish - timber string on wall side (muurboom)	<b>step</b>			120	esthetisch	17		nvt	nvt
<b>trap3_beton</b>									
staircase - reinforced concrete - prefab - step + riseboard - not covered or to be covered with tiles or paint	<b>step</b>			120	noodzakelijk	17		nvt	nvt
metallic railing - open side (metalen trapeuning)	<b>step</b>			60	esthetisch	17	0,84	nvt	nvt
<b>trap4_beton_tegels</b>									
staircase - reinforced concrete - prefab - step + riseboard - not covered or to be covered with tiles or paint	<b>step</b>			120	noodzakelijk	17		nvt	nvt
metallic railing - open side (metalen trapeuning)	<b>step</b>			60	esthetisch	17	0,84	nvt	nvt
Staircase (closed) finish - tiles - ceramic (geperst, verglaasd gres) 30 x 30cm - glued	<b>step</b>		60	120	esthetisch	17	0,01	nvt	nvt

Beschrijving	eh	KO	GO	VV	Type VV	Ratio	d	λ	R
							(m)	(W/m.K)	(m2.K/W)
<b>trap5_staal</b>									
staircase - steel - step + riseboard	<b>step</b>			120	noodzakelijk	17		nvt	nvt
metallic railing - open side (metalen trapeleuning)	<b>step</b>			60	esthetisch	17	0,84	nvt	nvt

## Plat dak

Beschrijving	eh	KO	GO	VV	Type VV	Ratio	d	λ	R
							(m)	(W/m.K)	(m2.K/W)
<b>PD1_beton_PUR10_EPDM</b>									
Roof slab - flat roof - in situ - reinforced concrete 15 cm	<b>m2</b>			120	noodzakelijk	1	0,15	1,950	0,080
Ceiling finish - plaster - gypsum - machinale bepleistering op gewapend beton (12 mm)	<b>m2</b>	5	10	40	noodzakelijk	1	0,01	0,520	0,020
Ceiling finish - paint - acrylaat paint on plaster	<b>m2</b>		5	10	esthetisch	1		nvt	
Roof finishes - horizontal surfaces - baanvormig - EPDM (thickness 1,2 mm) - partially glued - width 1,2 m (overlap 10 cm)	<b>m2</b>	2	15	30	noodzakelijk	1	0	0,170	0,010
Flat roof - sloping layer - in situ poor or light concrete (mean 5 cm)	<b>m2</b>			120	noodzakelijk	1	0,05	1,350	0,040
Flat roof - thermal insulation - board - polyurethaan 10 cm - partially glued on concrete roof floor, roof plates or bituminous foil	<b>m2</b>			120	noodzakelijk	1	0,1	0,027	3,700
Roof finishes - vapour felt - polyethyleen (PE) - glass fibre reinforced oxidised bituminous foil VP40/15 - loosely laid on concrete roof floor	<b>m2</b>			120	noodzakelijk	1	0	0,230	0,010

Beschrijving	eh	KO	GO	VV	Type VV	Ratio	d	$\lambda$	R
							(m)	(W/m.K)	(m2.K/W)
<b>PD2_beton_PUR17_EPDM</b>									
Roof slab - flat roof - in situ - reinforced concrete 15 cm	<b>m2</b>			120	noodzakelijk	1	0,15	1,950	0,080
Ceiling finish - plaster - gypsum - machinale bepleistering op gewapend beton (12 mm)	<b>m2</b>	5	10	40	noodzakelijk	1	0,01	0,520	0,020
Ceiling finish - paint - acrylaat paint on plaster	<b>m2</b>		5	10	esthetisch	1		nvt	
Roof finishes - horizontal surfaces - baanvormig - EPDM (thickness 1,2 mm) - partially glued - width 1,2 m (overlap 10 cm)	<b>m2</b>	2	15	30	noodzakelijk	1	0	0,170	0,010
Flat roof - sloping layer - in situ poor or light concrete (mean 5 cm)	<b>m2</b>			120	noodzakelijk	1	0,05	1,350	0,040
Flat roof - thermal insulation - board - polyurethaan 17 cm - partially glued on concrete roof floor, roof plates or bituminous foil	<b>m2</b>			120	noodzakelijk	1	0,17	0,027	6,300
Roof finishes - vapour felt - polyethyleen (PE) - glass fibre reinforced oxidised bituminous foil VP40/15 - loosely laid on concrete roof floor	<b>m2</b>			120	noodzakelijk	1	0	0,230	0,010

Beschrijving	eh	KO	GO	VV	Type VV	Ratio	d	$\lambda$	R
							(m)	(W/m.K)	(m <sup>2</sup> .K/W)
<b>PD3_beton_PUR10_bitumen</b>									
Roof slab - flat roof - in situ - reinforced concrete 15 cm	<b>m2</b>			120	noodzakelijk	1	0,15	1,950	0,080
Ceiling finish - plaster - gypsum - machinale bepleistering op gewapend beton (12 mm)	<b>m2</b>	5	10	40	noodzakelijk	1	0,01	0,520	0,020
Ceiling finish - paint - acrylaat paint on plaster	<b>m2</b>		5	10	esthetisch	1		nvt	
Roof finishes - horizontal surfaces - baanvormig - APP bitumen - mechanically attached to wooden or steel roof floor (heavy ballast or paint possible)	<b>m2</b>	2	15	30	noodzakelijk	1	0,01	0,230	0,040
Flat roof - sloping layer - in situ poor or light concrete (mean 5 cm)	<b>m2</b>			120	noodzakelijk	1	0,05	1,350	0,040
Flat roof - thermal insulation - board - polyurethaan 10 cm - partially glued on concrete roof floor, roof plates or bituminous foil	<b>m2</b>			120	noodzakelijk	1	0,1	0,027	3,700
Roof finishes - vapour felt - polyethyleen (PE) - glass fibre reinforced oxidised bituminous foil VP40/15 - loosely laid on concrete roof floor	<b>m2</b>			120	noodzakelijk	1	0	0,230	0,010

Beschrijving	eh	KO	GO	VV	Type VV	Ratio	d	$\lambda$	R
							(m)	(W/m.K)	(m <sup>2</sup> .K/W)
<b>PD4_welfsels16.5_NVG_PUR10_EPDM</b>									
Roof slab - flat roof - precast hollow slab (welfsels) - reinforced concrete 16,5 cm	<b>m2</b>			120	noodzakelijk	1	0,17	1,950	0,080
pressure layer (druklaag) - in situ cast concrete - 3 cm (optional on hollow slabs (welfsels) and TT element, always on beams and blocks (potten en balken))	<b>m2</b>			120	noodzakelijk	1	0,03	1,500	0,020
Ceiling finish - plaster - gypsum - machinale bepleistering op welfsels (12 mm)	<b>m2</b>	5	10	40	noodzakelijk	1	0,01	0,520	0,020
Ceiling finish - paint - acrylaat paint on plaster	<b>m2</b>		5	10	esthetisch	1		nvt	
Roof finishes - horizontal surfaces - baanvormig - EPDM (thickness 1,2 mm) - partially glued - width 1,2 m (overlap 10 cm)	<b>m2</b>	2	15	30	noodzakelijk	1	0	0,170	0,010
Flat roof - sloping layer - in situ poor or light concrete (mean 5 cm)	<b>m2</b>			120	noodzakelijk	1	0,05	1,350	0,040
Flat roof - thermal insulation - board - polyurethaan 10 cm - partially glued on concrete roof floor, roof plates or bituminous foil	<b>m2</b>			120	noodzakelijk	1	0,1	0,027	3,700
Roof finishes - vapour felt - polyethyleen (PE) - glass fibre reinforced oxidised bituminous foil VP40/15 - loosely laid on concrete roof floor	<b>m2</b>			120	noodzakelijk	1	0	0,230	0,010

Beschrijving	eh	KO	GO	VV	Type VV	Ratio	d	$\lambda$	R
							(m)	(W/m.K)	(m <sup>2</sup> .K/W)
<b>PD5_welfsels12_VG_PUR10_EPDM</b>									
Roof slab - flat roof - precast hollow slab (welfsels) - prestressed concrete 12 cm	<b>m2</b>			120	noodzakelijk	1	0,12	1,950	0,060
pressure layer (druklaag) - in situ cast concrete - 3 cm (optional on hollow slabs (welfsels) and TT element, always on beams and blocks (potten en balken))	<b>m2</b>			120	noodzakelijk	1	0,03	1,500	0,020
Ceiling finish - plaster - gypsum - machinale bepleistering op welfsels (12 mm)	<b>m2</b>	5	10	40	noodzakelijk	1	0,01	0,520	0,020
Ceiling finish - paint - acrylaat paint on plaster	<b>m2</b>		5	10	esthetisch	1		nvt	
Roof finishes - horizontal surfaces - baanvormig - EPDM (thickness 1,2 mm) - partially glued - width 1,2 m (overlap 10 cm)	<b>m2</b>	2	15	30	noodzakelijk	1	0	0,170	0,010
Flat roof - sloping layer - in situ poor or light concrete (mean 5 cm)	<b>m2</b>			120	noodzakelijk	1	0,05	1,350	0,040
Flat roof - thermal insulation - board - polyurethaan 10 cm - partially glued on concrete roof floor, roof plates or bituminous foil	<b>m2</b>			120	noodzakelijk	1	0,1	0,027	3,700
Roof finishes - vapour felt - polyethyleen (PE) - glass fibre reinforced oxidised bituminous foil VP40/15 - loosely laid on concrete roof floor	<b>m2</b>			120	noodzakelijk	1	0	0,230	0,010



Beschrijving	eh	KO	GO	VV	Type VV	Ratio	d	$\lambda$	R
							(m)	(W/m.K)	(m2.K/W)
<b>PD6_beton_PURafschot6.75_10.5_EPDM</b>									
Roof slab - flat roof - in situ - reinforced concrete 15 cm	<b>m2</b>			120	noodzakelijk	1	0,15	1,950	0,080
Ceiling finish - plaster - gypsum - machinale bepleistering op gewapend beton (12 mm)	<b>m2</b>	5	10	40	noodzakelijk	1	0,01	0,520	0,020
Ceiling finish - paint - acrylaat paint on plaster	<b>m2</b>		5	10	esthetisch	1		nvt	
Roof finishes - horizontal surfaces - baanvormig - EPDM (thickness 1,2 mm) - partially glued - width 1,2 m (overlap 10 cm)	<b>m2</b>	2	15	30	noodzakelijk	1	0	0,170	0,010
Flat roof - sloping layer - PUR insulation board (6,75-10,5 cm, mean 8,6 cm)	<b>m2</b>			120	noodzakelijk	1	0,09	0,027	3,190
Roof finishes - vapour felt - polyethyleen (PE) - glass fibre reinforced oxidised bituminous foil VP40/15 - loosely laid on concrete roof floor	<b>m2</b>			120	noodzakelijk	1	0	0,230	0,010
<b>PD7_beton_RWafschot6.11_14_EPDM</b>									
Roof slab - flat roof - in situ - reinforced concrete 15 cm	<b>m2</b>			120	noodzakelijk	1	0,15	1,950	0,080
Ceiling finish - plaster - gypsum - machinale bepleistering op gewapend beton (12 mm)	<b>m2</b>	5	10	40	noodzakelijk	1	0,01	0,520	0,020
Ceiling finish - paint - acrylaat paint on plaster	<b>m2</b>		5	10	esthetisch	1		nvt	
Roof finishes - horizontal surfaces - baanvormig - EPDM (thickness 1,2 mm) - partially glued - width 1,2 m (overlap 10 cm)	<b>m2</b>	2	15	30	noodzakelijk	1	0	0,170	0,010
Flat roof - sloping layer - rockwool insulation board (5-8 cm, mean 6,5 cm)	<b>m2</b>			120	noodzakelijk	1	0,07	0,040	1,600
Flat roof - thermal insulation - board - rockwool 6 cm - mechanically attached to wooden or steel roof floor or to roof plates	<b>m2</b>			120	noodzakelijk	1	0,06	0,040	1,500
Roof finishes - vapour felt - polyethyleen (PE) - glass fibre reinforced oxidised bituminous foil VP40/15 - loosely laid on concrete roof floor	<b>m2</b>			120	noodzakelijk	1	0	0,230	0,010

Beschrijving	eh	KO	GO	VV	Type VV	Ratio	d	$\lambda$	R
							(m)	(W/m.K)	(m2.K/W)
<b>PD10_TT_PUR10_EPDM</b>									
Roof slab - flat roof - precast prestressed concrete slab (TT-element, ribbenvloer) (33 cm)	<b>m2</b>			120	noodzakelijk	1	0,04	1,500	0,020
pressure layer (druklaag) - in situ cast concrete - 3 cm (optional on hollow slabs (welfsels) and TT element, always on beams and blocks (potten en balken))	<b>m2</b>			120	noodzakelijk	1	0,03	1,500	0,020
Ceiling finish - plaster - gypsum - machinale bepleistering op gewapend beton (12 mm)	<b>m2</b>	5	10	40	noodzakelijk	1	0,01	0,520	0,020
Ceiling finish - paint - acrylaat paint on plaster	<b>m2</b>		5	10	esthetisch	1		nvt	
Roof finishes - horizontal surfaces - baanvormig - EPDM (thickness 1,2 mm) - partially glued - width 1,2 m (overlap 10 cm)	<b>m2</b>	2	15	30	noodzakelijk	1	0	0,170	0,010
Flat roof - sloping layer - in situ poor or light concrete (mean 5 cm)	<b>m2</b>			120	noodzakelijk	1	0,05	1,350	0,040
Flat roof - thermal insulation - board - polyurethaan 10 cm - partially glued on concrete roof floor, roof plates or bituminous foil	<b>m2</b>			120	noodzakelijk	1	0,1	0,027	3,700
Roof finishes - vapour felt - polyethyleen (PE) - glass fibre reinforced oxidised bituminous foil VP40/15 - loosely laid on concrete roof floor	<b>m2</b>			120	noodzakelijk	1	0	0,230	0,010

Beschrijving	eh	KO	GO	VV	Type VV	Ratio	d	$\lambda$	R
							(m)	(W/m.K)	(m <sup>2</sup> .K/W)
<b>PD11_houtenbalken_PUR10_EPDM</b>									
Roof slab - flat roof - roof plate - OSB 18 mm	<b>m2</b>			120	noodzakelijk	1	0,02	0,130	0,140
Roof slab - flat roof - joists and cross beams - wood (Belgian mix) - height 22 cm - (each 40 cm)	<b>m2</b>		30	120	noodzakelijk	1		nvt	
air cavity between wooden roof floor structure, d = 22 cm	<b>m2</b>			120	noodzakelijk	1	0,22	1,074	0,200
Ceiling finish - board - gypsum (1,25 cm), width 1,2 meter, screwed, inclusive joint filler	<b>m2</b>		10	30	noodzakelijk	1	0,01	nvt	0,050
Ceiling finish - support structure for boards - profiles - wood	<b>m2</b>			30	noodzakelijk	1	0,02	nvt	0,160
Ceiling finish - paint - acrylic paint on gypsum plasterboard	<b>m2</b>		5	10	esthetisch	1		nvt	
Roof finishes - horizontal surfaces - baanvormig - EPDM (thickness 1,2 mm) - partially glued - width 1,2 m (overlap 10 cm)	<b>m2</b>	2	15	30	noodzakelijk	1	0	0,170	0,010
Flat roof - sloping layer - prefab wooden elements with slope (Belgian mix) (mean 5 cm)	<b>m2</b>			120	noodzakelijk	1		nvt	
Flat roof - thermal insulation - board - polyurethaan 10 cm - mechanically attached to wooden or steel roof floor	<b>m2</b>			120	noodzakelijk	1	0,1	0,027	3,700
Roof finishes - vapour felt - polyethyleen (PE)	<b>m2</b>			120	noodzakelijk	1	0	nvt	

Beschrijving	eh	KO	GO	VV	Type VV	Ratio	d	$\lambda$	R
							(m)	(W/m.K)	(m2.K/W)
<b>PD12_houtenbalken_cellulose22_RW6_EPDM</b>									
Roof slab - flat roof - roof plate - OSB 18 mm	<b>m2</b>			120	noodzakelijk	1	0,01 8	0,130	0,138
Roof slab - flat roof - joists and cross beams - wood (Belgian mix) - height 22 cm - (each 40 cm)	<b>m2</b>		30	120	noodzakelijk	1		nvt	
Flat roof - cellulose flakes between wooden joists and beams - 22 cm	<b>m2</b>			120	noodzakelijk	1	0,22	0,057	3,846
Ceiling finish - board - gypsum (1,25 cm), width 1,2 meter, screwed, inclusive joint filler	<b>m2</b>		10	30	noodzakelijk	1	0,01 25	nvt	0,050
Ceiling finish - support structure for boards - profiles - wood	<b>m2</b>			30	noodzakelijk	1	0,02 2	nvt	0,160
Ceiling finish - paint - acrylic paint on gypsum plasterboard	<b>m2</b>		5	10	esthetisch	1		nvt	
Roof finishes - horizontal surfaces - baanvormig - EPDM (thickness 1,2 mm) - partially glued - width 1,2 m (overlap 10 cm)	<b>m2</b>	2	15	30	noodzakelijk	1	0,00 11	0,170	0,006
Flat roof - sloping layer - prefab wooden elements with slope (Belgian mix) (mean 5 cm)	<b>m2</b>			120	noodzakelijk	1		nvt	
Flat roof - thermal insulation - board - rockwool 6 cm - mechanically attached to wooden or steel roof floor or to roof plates	<b>m2</b>			120	noodzakelijk	1	0,06	0,040	1,500
Roof finishes - vapour felt - polyethyleen (PE)	<b>m2</b>			120	noodzakelijk	1	0,00 02	nvt	

Beschrijving	eh	KO	GO	VV	Type VV	Ratio	d	$\lambda$	R
							(m)	(W/m.K)	(m2.K/W)
<b>PD13_FJI_cellulose24_RW6_EPDM</b>									
Roof slab - flat roof - roof plate - OSB 18 mm	<b>m2</b>			120	noodzakelijk	1	0,01 8	0,130	0,138
Roof slab - flat roof - FJI beam - type 350 - height 24 cm - h.o.h. 40 cm	<b>m2</b>			120	noodzakelijk	1	0,24 1	nvt	
Flat roof - cellulose flakes between FJI beams - 24 cm	<b>m2</b>			120	noodzakelijk	1		nvt	5,886
Ceiling finish - board - gypsum (1,25 cm), width 1,2 meter, screwed, inclusive joint filler	<b>m2</b>		10	30	noodzakelijk	1	0,01 25	nvt	0,050
Ceiling finish - support structure for boards - profiles - wood	<b>m2</b>			30	noodzakelijk	1	0,02 2	nvt	0,160
Ceiling finish - paint - acrylic paint on gypsum plasterboard	<b>m2</b>		5	10	esthetisch	1		nvt	
Roof finishes - horizontal surfaces - baanvormig - EPDM (thickness 1,2 mm) - partially glued - width 1,2 m (overlap 10 cm)	<b>m2</b>	2	15	30	noodzakelijk	1	0,00 11	0,170	0,006
Flat roof - sloping layer - prefab wooden elements with slope (Belgian mix) (mean 5 cm)	<b>m2</b>			120	noodzakelijk	1		nvt	
Flat roof - thermal insulation - board - rockwool 6 cm - mechanically attached to wooden or steel roof floor or to roof plates	<b>m2</b>			120	noodzakelijk	1	0,06	0,040	1,500
Roof finishes - vapour felt - polyethyleen (PE)	<b>m2</b>			120	noodzakelijk	1	0,00 02	nvt	

## Hellend dak

Beschrijving	eh	KO	GO	VV	Type VV	Ratio	d (m)	$\lambda$ (W/m.K)	R (m <sup>2</sup> .K/W)
<b>HD1_gording_RW18_kleidakpan</b>									
Roofs - inclined - wood (inland) A roof framing - 2 spanen - opp. 42,43 m <sup>2</sup>	<b>m2</b>		30	120	noodzakelijk	1,414	0,07	nvt	
Roofs - inclined - profiles - wood - inland - perlings (gordingen) 75 x 225 mm - 5 m (7 for 42,43 m <sup>2</sup> ) - not for corrugated cement roof sheets	<b>m2</b>		30	120	noodzakelijk	1,414	0,23	nvt	
Roofs - inclined - profiles - wood - inland - arrises (kepers) 63 x 72 mm - 4,243 m (2 x 12 for 42,43 m <sup>2</sup> ) - not for roof slates	<b>m2</b>		30	120	noodzakelijk	1,414	0,06	nvt	
Pitched roof - profiles - wood - inland wood - structure for insulation - between perlings/between insulation, 38 x 100 mm	<b>m2</b>			120	noodzakelijk	1,414	0,1	nvt	
Pitched roof - thermal insulation between perlings (with extra battens in between) - blanket, batt - anorganic fibre - rock wool - medium hard (10 cm) - (for all finishings, except corrugated fibre cement roof sheets)	<b>m2</b>			120	noodzakelijk	1,414	0,1	0,048	2,070
Pitched roof - thermal insulation between arrises- blanket, batt - anorganic fibre - rock wool - medium hard (7,5 cm)	<b>m2</b>			120	noodzakelijk	1,414	0,08	0,051	1,470
air cavity between wooden perlings (1,4 m h.o.h.) - 12,5 cm	<b>m2</b>			120	noodzakelijk	1,414	0,22	1,074	0,200
Ceiling finish - board - gypsum (1,25 cm), width 1,2 meter, screwed, inclusive joint filler	<b>m2</b>		10	30	noodzakelijk	1,414	0,01	nvt	0,050
Ceiling finish - support structure for boards - profiles - wood	<b>m2</b>			30	noodzakelijk	1,414	0,02	nvt	0,160
Ceiling finish - paint - acrylic paint on gypsum plasterboard	<b>m2</b>		5	10	esthetisch	1,414		nvt	
Roof finishes - inclined surfaces - ceramic tiles (kleidakpannen) - stormpan	<b>m2</b>		15	90	noodzakelijk	1,414	0,02	nvt	
Infrastructure for roof tiles - counter battens (tengellatten) (20 x 30 mm) - Inlands naaldhout - for ceramic roof tiles	<b>m2</b>		30	90	noodzakelijk	1,414	0,02	nvt	

Beschrijving	eh	KO	GO	VV	Type VV	Ratio	d	$\lambda$	R
							(m)	(W/m.K)	(m <sup>2</sup> .K/W)
Infrastructure for roof tiles - tile laths (panlatten) (25 x 30 mm) - Inlands naaldhout - for ceramic roof tiles	m2		30	90	noodzakelijk	1,414	0,02	nvt	
Infrastructure for roof finish - subroof (onderdak) - board - wood fibre 22 mm, nailed - for ceramic & concrete tiles and natural slates	m2		30	90	noodzakelijk	1,414	0,02	0,055	0,400
Roof finishes - vapour felt - polyethyleen (PE)	m2			120	noodzakelijk	1,414	0	nvt	
<b>HD2_FJI_RW24_kleidakpan</b>									
Roofs - inclined - wood (inland) A roof framing - 2 spanten - opp. 42,43 m <sup>2</sup>	m2		30	120	noodzakelijk	1,414	0,07	nvt	
Roofs - inclined - profiles - FJI beam - type 350 - height 24 cm - h.o.h. 60 cm	m2		30	120	noodzakelijk	1,414	0,41	nvt	
Pitched roof - thermal insulation between FJI beams - rockwool - 24 cm	m2			120	noodzakelijk	1,414		nvt	10,560
Ceiling finish - board - gypsum (1,25 cm), width 1,2 meter, screwed, inclusive joint filler	m2		10	30	noodzakelijk	1,414	0,01	nvt	0,050
Ceiling finish - support structure for boards - profiles - wood	m2			30	noodzakelijk	1,414	0,02	nvt	0,160
Ceiling finish - paint - acrylic paint on gypsum plasterboard	m2		5	10	esthetisch	1,414		nvt	
Roof finishes - inclined surfaces - ceramic tiles (kleidakpannen) - stormpan	m2		15	90	noodzakelijk	1,414	0,02	nvt	
Infrastructure for roof tiles - counter battens (tengellatten) (20 x 30 mm) - Inlands naaldhout - for ceramic roof tiles	m2		30	90	noodzakelijk	1,414	0,02	nvt	
Infrastructure for roof tiles - tile laths (panlatten) (25 x 30 mm) - Inlands naaldhout - for ceramic roof tiles	m2		30	90	noodzakelijk	1,414	0,02	nvt	
Infrastructure for roof finish - subroof (onderdak) - board - wood fibre 22 mm, nailed - for ceramic & concrete tiles and natural slates	m2		30	90	noodzakelijk	1,414	0,02	0,055	0,400
Roof finishes - vapour felt - polyethyleen (PE)	m2			120	noodzakelijk	1,414	0	nvt	

Beschrijving	eh	KO	GO	VV	Type VV	Ratio	d	$\lambda$	R
							(m)	(W/m.K)	(m <sup>2</sup> .K/W)
<b>HD3_FJI_RW36_kleidakpan</b>									
Roofs - inclined - wood (inland) A roof framing - 2 spanten - opp. 42,43 m <sup>2</sup>	<b>m2</b>		30	120	noodzakelijk	1,414	0,07	nvt	
Roofs - inclined - profiles - FJI beam - type 350 - height 36 cm - h.o.h. 60 cm	<b>m2</b>		30	120	noodzakelijk	1,414	0,41	nvt	
Pitched roof - thermal insulation between FJI beams - rockwool - 36 cm	<b>m2</b>			120	noodzakelijk	1,414		nvt	10,560
Ceiling finish - board - gypsum (1,25 cm), width 1,2 meter, screwed, inclusive joint filler	<b>m2</b>		10	30	noodzakelijk	1,414	0,01	nvt	0,050
Ceiling finish - support structure for boards - profiles - wood	<b>m2</b>			30	noodzakelijk	1,414	0,02	nvt	0,160
Ceiling finish - paint - acrylic paint on gypsum plasterboard	<b>m2</b>		5	10	esthetisch	1,414		nvt	
Roof finishes - inclined surfaces - ceramic tiles (kleidakpannen) - stormpan	<b>m2</b>		15	90	noodzakelijk	1,414	0,02	nvt	
Infrastructure for roof tiles - counter battens (tengellatten) (20 x 30 mm) - Inlands naaldhout - for ceramic roof tiles	<b>m2</b>		30	90	noodzakelijk	1,414	0,02	nvt	
Infrastructure for roof tiles - tile laths (panlatten) (25 x 30 mm) - Inlands naaldhout - for ceramic roof tiles	<b>m2</b>		30	90	noodzakelijk	1,414	0,02	nvt	
Infrastructure for roof finish - subroof (onderdak) - board - wood fibre 22 mm, nailed - for ceramic & concrete tiles and natural slates	<b>m2</b>		30	90	noodzakelijk	1,414	0,02	0,055	0,400
Roof finishes - vapour felt - polyethyleen (PE)	<b>m2</b>			120	noodzakelijk	1,414	0	nvt	



Beschrijving	eh	KO	GO	VV	Type VV	Ratio	d	$\lambda$	R
							(m)	(W/m.K)	(m2.K/W)
<b>HD4_FJI_cellulose24_kleidakpan</b>									
Roofs - inclined - wood (inland) A roof framing - 2 spanten - opp. 42,43 m2	<b>m2</b>		30	120	noodzakelijk	1,414	0,07	nvt	
Roofs - inclined - profiles - FJI beam - type 350 - height 24 cm - h.o.h. 60 cm	<b>m2</b>		30	120	noodzakelijk	1,414	0,41	nvt	
Pitched roof - thermal insulation between FJI beams - cellulose flakes between - 24 cm	<b>m2</b>			120	noodzakelijk	1,414		nvt	10,030
Ceiling finish - board - gypsum (1,25 cm), width 1,2 meter, screwed, inclusive joint filler	<b>m2</b>		10	30	noodzakelijk	1,414	0,01	nvt	0,050
Ceiling finish - support structure for boards - profiles - wood	<b>m2</b>			30	noodzakelijk	1,414	0,02	nvt	0,160
Ceiling finish - paint - acrylic paint on gypsum plasterboard	<b>m2</b>		5	10	esthetisch	1,414		nvt	
Roof finishes - inclined surfaces - ceramic tiles (kleidakpannen) - stormpan	<b>m2</b>		15	90	noodzakelijk	1,414	0,02	nvt	
Infrastructure for roof tiles - counter battens (tengellatten) (20 x 30 mm) - Inlands naaldhout - for ceramic roof tiles	<b>m2</b>		30	90	noodzakelijk	1,414	0,02	nvt	
Infrastructure for roof tiles - tile laths (panlatten) (25 x 30 mm) - Inlands naaldhout - for ceramic roof tiles	<b>m2</b>		30	90	noodzakelijk	1,414	0,02	nvt	
Infrastructure for roof finish - subroof (onderdak) - board - wood fibre 22 mm, nailed - for ceramic & concrete tiles and natural slates	<b>m2</b>		30	90	noodzakelijk	1,414	0,02	0,055	0,400
Roof finishes - vapour felt - polyethyleen (PE)	<b>m2</b>			120	noodzakelijk	1,414	0	nvt	

Beschrijving	eh	KO	GO	VV	Type VV	Ratio	d	$\lambda$	R
							(m)	(W/m.K)	(m <sup>2</sup> .K/W)
<b>HD5_spantjes_RW18_kleidakpan</b>									
Roofs - inclined - wood (inland) - "hollandse spantjes" - spanten om de 40 cm - opp. 42,43 m <sup>2</sup>	<b>m2</b>		30	120	noodzakelijk	1,414	0,18	nvt	
Pitched roof - thermal insulation between "hollandse spantjes" (each 40 cm) - blanket, batt - anorganic fibre - rock wool - medium hard (18 cm)	<b>m2</b>			120	noodzakelijk	1,414	0,18	0,048	3,760
Ceiling finish - board - gypsum (1,25 cm), width 1,2 meter, screwed, inclusive joint filler	<b>m2</b>		10	30	noodzakelijk	1,414	0,01	nvt	0,050
Ceiling finish - support structure for boards - profiles - wood	<b>m2</b>			30	noodzakelijk	1,414	0,02	nvt	0,160
Ceiling finish - paint - acrylic paint on gypsum plasterboard	<b>m2</b>		5	10	esthetisch	1,414		nvt	
Roof finishes - inclined surfaces - ceramic tiles (kleidakpannen) - stormpan	<b>m2</b>		15	90	noodzakelijk	1,414	0,02	nvt	
Infrastructure for roof tiles - counter battens (tengellatten) (20 x 30 mm) - Inlands naaldhout - for ceramic roof tiles	<b>m2</b>		30	90	noodzakelijk	1,414	0,02	nvt	
Infrastructure for roof tiles - tile laths (panlatten) (25 x 30 mm) - Inlands naaldhout - for ceramic roof tiles	<b>m2</b>		30	90	noodzakelijk	1,414	0,02	nvt	
Infrastructure for roof finish - subroof (onderdak) - board - wood fibre 22 mm, nailed - for ceramic & concrete tiles and natural slates	<b>m2</b>		30	90	noodzakelijk	1,414	0,02	0,055	0,400
Roof finishes - vapour felt - polyethyleen (PE)	<b>m2</b>			120	noodzakelijk	1,414	0	nvt	

Beschrijving	eh	KO	GO	VV	Type VV	Ratio	d	$\lambda$	R
							(m)	(W/m.K)	(m2.K/W)
<b>HD6_spantjes_PUR08_kleidakpan</b>									
Roofs - inclined - wood (inland) - "hollandse spantjes" - spanten om de 40 cm - opp. 42,43 m2	<b>m2</b>		30	120	noodzakelijk	1,414	0,18	nvt	
Ceiling finish - board - gypsum (1,25 cm), width 1,2 meter, screwed, inclusive joint filler	<b>m2</b>		10	30	noodzakelijk	1,414	0,01	nvt	0,050
Ceiling finish - support structure for boards - profiles - wood	<b>m2</b>			30	noodzakelijk	1,414	0,02	nvt	0,160
Ceiling finish - paint - acrylic paint on gypsum plasterboard	<b>m2</b>		5	10	esthetisch	1,414		nvt	
Roof finishes - inclined surfaces - ceramic tiles (kleidakpannen) - stormpan	<b>m2</b>		15	90	noodzakelijk	1,414	0,02	nvt	
Infrastructure for roof tiles - counter battens (tengellatten) (20 x 30 mm) - Inlands naaldhout - for ceramic roof tiles	<b>m2</b>		30	90	noodzakelijk	1,414	0,02	nvt	
Infrastructure for roof tiles - tile laths (panlatten) (25 x 30 mm) - Inlands naaldhout - for ceramic roof tiles	<b>m2</b>		30	90	noodzakelijk	1,414	0,02	nvt	
Infrastructure for roof finish - subroof (onderdak) - board - wood fibre 22 mm, nailed - for ceramic & concrete tiles and natural slates	<b>m2</b>		30	90	noodzakelijk	1,414	0,02	0,055	0,400
Pitched roof - thermal insulation - board - polyurethaan 8 cm	<b>m2</b>			120	noodzakelijk	1,414	0,08	0,025	3,200
Roof finishes - vapour felt - polyethyleen (PE)	<b>m2</b>			120	noodzakelijk	1,414	0	nvt	

Beschrijving	eh	KO	GO	VV	Type VV	Ratio	d	$\lambda$	R
							(m)	(W/m.K)	(m2.K/W)
<b>HD7_spantjes_PUR16_kleidakpan</b>									
Roofs - inclined - wood (inland) - "hollandse spantjes" - spanten om de 40 cm - opp. 42,43 m2	<b>m2</b>		30	120	noodzakelijk	1,414	0,18	nvt	
Ceiling finish - board - gypsum (1,25 cm), width 1,2 meter, screwed, inclusive joint filler	<b>m2</b>		10	30	noodzakelijk	1,414	0,01	nvt	0,050
Ceiling finish - support structure for boards - profiles - wood	<b>m2</b>			30	noodzakelijk	1,414	0,02	nvt	0,160
Ceiling finish - paint - acrylic paint on gypsum plasterboard	<b>m2</b>		5	10	esthetisch	1,414		nvt	
Roof finishes - inclined surfaces - ceramic tiles (kleidakpannen) - stormpan	<b>m2</b>		15	90	noodzakelijk	1,414	0,02	nvt	
Infrastructure for roof tiles - counter battens (tengellatten) (20 x 30 mm) - Inlands naaldhout - for ceramic roof tiles	<b>m2</b>		30	90	noodzakelijk	1,414	0,02	nvt	
Infrastructure for roof tiles - tile laths (panlatten) (25 x 30 mm) - Inlands naaldhout - for ceramic roof tiles	<b>m2</b>		30	90	noodzakelijk	1,414	0,02	nvt	
Infrastructure for roof finish - subroof (onderdak) - board - wood fibre 22 mm, nailed - for ceramic & concrete tiles and natural slates	<b>m2</b>		30	90	noodzakelijk	1,414	0,02	0,055	0,400
Pitched roof - thermal insulation - board - polyurethaan 6 cm	<b>m2</b>			120	noodzakelijk	1,414	0,06	0,025	2,400
Pitched roof - thermal insulation - board - polyurethaan 10 cm	<b>m2</b>			120	noodzakelijk	1,414	0,1	0,025	4,000
Roof finishes - vapour felt - polyethyleen (PE)	<b>m2</b>			120	noodzakelijk	1,414	0	nvt	

Beschrijving	eh	KO	GO	VV	Type VV	Ratio	d	$\lambda$	R
							(m)	(W/m.K)	(m <sup>2</sup> .K/W)
<b>HD8_spantjes_RW18_zink</b>									
Roofs - inclined - wood (inland) - "hollandse spantjes" - spanten om de 40 cm - opp. 42,43 m <sup>2</sup>	<b>m2</b>		30	120	noodzakelijk	1,414	0,18	nvt	
Pitched roof - thermal insulation between "hollandse spantjes" (each 40 cm) - blanket, batt - anorganic fibre - rock wool - medium hard (18 cm)	<b>m2</b>			120	noodzakelijk	1,414	0,18	0,048	3,760
Ceiling finish - board - gypsum (1,25 cm), width 1,2 meter, screwed, inclusive joint filler	<b>m2</b>		10	30	noodzakelijk	1,414	0,01	nvt	0,050
Ceiling finish - support structure for boards - profiles - wood	<b>m2</b>			30	noodzakelijk	1,414	0,02	nvt	0,160
Ceiling finish - paint - acrylic paint on gypsum plasterboard	<b>m2</b>		5	10	esthetisch	1,414		nvt	
Roof finishes - inclined surfaces - profielplaten - zinc (geprepatineerd) - thickness 8/10	<b>m2</b>		15	30	noodzakelijk	1,414	0	nvt	
Infrastructure for roof finish - board - wood - 24 mm - for zinc tiles, zinc roof plate and copper roof plate	<b>m2</b>			30	noodzakelijk	1,414	0,02	0,130	0,180
Infrastructure for roof finish - flexible board for metal finishing (ventilation) - nailed (PE button foil)	<b>m2</b>			30	noodzakelijk	1,414	0	0,500	0,000
Roof finishes - vapour felt - polyethyleen (PE)	<b>m2</b>			120	noodzakelijk	1,414	0	nvt	

Beschrijving	eh	KO	GO	VV	Type VV	Ratio	d	$\lambda$	R
							(m)	(W/m.K)	(m <sup>2</sup> .K/W)
<b>HD9_spantjes_RW18_vezelcement</b>									
Roofs - inclined - wood (inland) - "hollandse spantjes" - spanten om de 40 cm - opp. 42,43 m <sup>2</sup>	<b>m2</b>		30	120	noodzakelijk	1,414	0,18	nvt	
Pitched roof - thermal insulation between "hollandse spantjes" (each 40 cm) - blanket, batt - anorganic fibre - rock wool - medium hard (18 cm)	<b>m2</b>			120	noodzakelijk	1,414	0,18	0,048	3,760
Ceiling finish - board - gypsum (1,25 cm), width 1,2 meter, screwed, inclusive joint filler	<b>m2</b>		10	30	noodzakelijk	1,414	0,01	nvt	0,050
Ceiling finish - support structure for boards - profiles - wood	<b>m2</b>			30	noodzakelijk	1,414	0,02	nvt	0,160
Ceiling finish - paint - acrylic paint on gypsum plasterboard	<b>m2</b>		5	10	esthetisch	1,414		nvt	
Roof finishes - inclined surfaces - slate - fibre cement - 60 x 30 cm	<b>m2</b>		15	30	noodzakelijk	1,414	0	nvt	
Infrastructure for roof tiles - counter battens (tengellatten) (20 x 30 mm) - Inlands naaldhout - for glass roof tiles and fibre cement roof slates	<b>m2</b>			30	noodzakelijk	1,414	0,02	nvt	
Infrastructure for roof tiles - tile laths (panlatten) (27 x 36 mm) - Inlands naaldhout - for fibre cement roof slates	<b>m2</b>			30	noodzakelijk	1,414	0,03	nvt	
Infrastructure for roof finish - subroof (onderdak) - board - wood fibre 22 mm, nailed - not for ceramic & concrete tiles and natural slates	<b>m2</b>			30	noodzakelijk	1,414	0,02	0,055	0,400
Roof finishes - vapour felt - polyethyleen (PE)	<b>m2</b>			120	noodzakelijk	1,414	0	nvt	

Beschrijving	eh	KO	GO	VV	Type VV	Ratio	d	$\lambda$	R
							(m)	(W/m.K)	(m2.K/W)
<b>HD10_staal_sandwich RW12_staal</b>									
Roofs - inclined - sandwich roof panel – profiled steel plate + rockwool (12 cm) + steel plate	<b>m2</b>		30	60	noodzakelijk	1,414	0,12	0,037	3,210
Roofs - inclined - stainless steel prefab A roof framing - only to be used with open roof or sandwich panels - 2 frames - opp. 42,43 m2	<b>m2</b>			120	noodzakelijk	1,414	0,14	nvt	
Roofs - inclined - profiles - steel - perlings (gordingen) IPE 140 - (2 for 42,43 m2)	<b>m2</b>			120	noodzakelijk	1,414	0	nvt	
Ceiling finish - board - gypsum (1,25 cm), width 1,2 meter, screwed, inclusive joint filler	<b>m2</b>		10	30	noodzakelijk	1,414	0,01	nvt	0,050
Ceiling finish - support structure for boards - profiles - wood	<b>m2</b>			30	noodzakelijk	1,414	0,02	nvt	0,160
Ceiling finish - paint - acrylic paint on gypsum plasterboard	<b>m2</b>		5	10	esthetisch	1,414		nvt	

Beschrijving	eh	KO	GO	VV	Type VV	Ratio	d	$\lambda$	R
							(m)	(W/m.K)	(m2.K/W)
<b>HD11_spantjes_RW18_houten shingles</b>									
Roofs - inclined - wood (inland) - "hollandse spantjes" - spanten om de 40 cm - opp. 42,43 m2	<b>m2</b>		30	120	noodzakelijk	1,414	0,18	nvt	
Pitched roof - thermal insulation between "hollandse spantjes" (each 40 cm) - blanket, batt - anorganic fibre - rock wool - medium hard (18 cm)	<b>m2</b>			120	noodzakelijk	1,414	0,18	0,048	3,760
Ceiling finish - board - gypsum (1,25 cm), width 1,2 meter, screwed, inclusive joint filler	<b>m2</b>		10	30	noodzakelijk	1,414	0,01	nvt	0,050
Ceiling finish - support structure for boards - profiles - wood	<b>m2</b>			30	noodzakelijk	1,414	0,02	nvt	0,160
Ceiling finish - paint - acrylic paint on gypsum plasterboard	<b>m2</b>		5	10	esthetisch	1,414		nvt	
Roof finishes - inclined surfaces - shingles - wood (western red cedar) 45 x 14 cm	<b>m2</b>		15	30	noodzakelijk	1,414	0,02	nvt	
Infrastructure for wooden roof shingles - counter battens (tengellatten) (20 x 30 mm) - Inlands naaldhout - 4,243m - 72 for 42,43 m2	<b>m2</b>			15	noodzakelijk	1,414	0,02	nvt	
Infrastructure for wooden roof shingles - tile laths (panlatten) (20 x 30 mm) - Inlands naaldhout - 5 m - 60 for 42,43 m2	<b>m2</b>			15	noodzakelijk	1,414	0,02	nvt	
Infrastructure for roof finish - subroof (onderdak) - board - wood fibre 22 mm, nailed - not for ceramic & concrete tiles and natural slates	<b>m2</b>			30	noodzakelijk	1,414	0,02	0,055	0,400
Roof finishes - vapour felt - polyethyleen (PE)	<b>m2</b>			120	noodzakelijk	1,414	0	nvt	



Beschrijving	eh	KO	GO	VV	Type VV	Ratio	d	$\lambda$	R
							(m)	(W/m.K)	(m <sup>2</sup> .K/W)
<b>HD12_spantjes_RW18_betondakpan</b>									
Roofs - inclined - wood (inland) - "hollandse spantjes" - spanten om de 40 cm - opp. 42,43 m <sup>2</sup>	<b>m2</b>		30	120	noodzakelijk	1,414	0,175	nvt	
Pitched roof - thermal insulation between "hollandse spantjes" (each 40 cm) - blanket, batt - anorganic fibre - rock wool - medium hard (18 cm)	<b>m2</b>			120	noodzakelijk	1,414	0,18	0,048	3,759
Ceiling finish - board - gypsum (1,25 cm), width 1,2 meter, screwed, inclusive joint filler	<b>m2</b>		10	30	noodzakelijk	1,414	0,0125	nvt	0,050
Ceiling finish - support structure for boards - profiles - wood	<b>m2</b>			30	noodzakelijk	1,414	0,022	nvt	0,160
Ceiling finish - paint - acrylic paint on gypsum plasterboard	<b>m2</b>		5	10	esthetisch	1,414		nvt	
Roof finishes - inclined surfaces - concrete tiles (betondakpannen) - stormpan	<b>m2</b>		15	90	noodzakelijk	1,414	0,012	nvt	
Infrastructure for roof tiles - counter battens (tengellatten) (20 x 30 mm) - Inlands naaldhout - for concrete roof tiles and natural roof slates	<b>m2</b>		30	90	noodzakelijk	1,414	0,02	nvt	
Infrastructure for roof tiles - tile laths (panlatten) (26 x 40 mm) - Inlands naaldhout - for concrete roof tiles	<b>m2</b>		30	90	noodzakelijk	1,414	0,026	nvt	
Infrastructure for roof finish - subroof (onderdak) - board - wood fibre 22 mm, nailed - for ceramic & concrete tiles and natural slates	<b>m2</b>		30	90	noodzakelijk	1,414	0,022	0,055	0,400
Roof finishes - vapour felt - polyethyleen (PE)	<b>m2</b>			120	noodzakelijk	1,414	0,0002	nvt	

Beschrijving	eh	KO	GO	VV	Type VV	Ratio	d	$\lambda$	R
							(m)	(W/m.K)	(m2.K/W)
<b>HD13_spantjes_sandwich panel PUR8_kleidakpan</b>									
Roofs - inclined - sandwich - chipboard (white, 7 mm) + PUR (8 cm) + chipboard (7 mm) + counter battens	<b>m2</b>			60	noodzakelijk	1,414	0,114	nvt	3,500
Roofs - inclined - wood (inland) - "hollandse spantjes" - spanten om de 40 cm - opp. 42,43 m2	<b>m2</b>		30	120	noodzakelijk	1,414	0,175	nvt	
Ceiling finish - paint - acrylic paint on gypsum plasterboard	<b>m2</b>		5	10	esthetisch	1,414		nvt	
Roof finishes - inclined surfaces - ceramic tiles (kleidakpannen) - stormpan	<b>m2</b>		15	90	noodzakelijk	1,414	0,015	nvt	
Infrastructure for roof tiles - tile laths (panlatten) (25 x 30 mm) - Inlands naaldhout - for ceramic roof tiles	<b>m2</b>		30	90	noodzakelijk	1,414	0,024	nvt	

## Raam

Beschrijving ( raam = kader en glastype; levensduur: 60 jaar)	Uf	Ug
	(W/m2K)	(W/m2K)
<b>PVC_glas1.1</b>	1,5	1,1
<b>ALU_glas1.1</b>	2,7	1,1
<b>hout_tropisch hard_glas1.1</b>	1,8	1,1
<b>houtgeschilderd_glas1.1</b>	1,8	1,1
<b>hout_alu_glas1.1</b>	1,6	1,1
<b>PVCtherm_glas0.5</b>	0,8	0,5
<b>ALUtherm_glas0.6</b>	1,4	0,5
<b>houttherm_tropisch hard_glas0.8</b>	0,74	0,5
<b>houttherm_geschilderd_glas0.8</b>	0,74	0,5
<b>PVC_glas1.1_veilig</b>	1,5	1,1
<b>PVC_glas1.1_akoest</b>	1,5	1,1

## Binnenschrijnwerk

Beschrijving	eh	KO	GO	VV	Type VV	Ratio	d	$\lambda$	R
							(m)	(W/m.K)	(m2.K/W)
<b>D1_MDF</b>									
Closing elements - schilderdeur- deurblad - MDF (op honinggraat) (excl beslag en schilderwerk) - 90 x 205 cm	stuk		15	30	noodzakelijk	1		nvt	nvt
Door frame (90 x 205) - omlijsting - MDF (painted) for wall thickness 16 cm	stuk		15	30	noodzakelijk	1		nvt	nvt
<b>D2_eik</b>									
Closing elements - schilderdeur- deurblad - oak (excl beslag en schilderwerk) - 90 x 205 cm	stuk		15	50	noodzakelijk	1		nvt	nvt
Door frame (90 x 205) - omlijsting - oak (painted) for wall thickness 16 cm	stuk		15	50	noodzakelijk	1		nvt	nvt
<b>D3_glas</b>									
Door frame (90 x 205) - omlijsting - MDF (painted) for wall thickness 16 cm	stuk		15	30	noodzakelijk	1		nvt	nvt
Closing elements - frame filling - deurblad - board - glazen standaarddeur (laminated)	stuk			50	noodzakelijk	1		nvt	nvt

## Bijlage 5. Individuele milieuprofielen van de elementvarianten

### CEN milieu-indicatoren

	Klimaats- verander- ing	ozon- aantasting	Verzuring (land)	Vermes- ting	fotochem. oxidant- vorming	Uitputting - niet fossiel	Uitputting - fossiel
	kg CO2 eq	kg CFC- 11 eq	kg SO2 eq	kg PO4-- - eq	kg C2H4	kg Sb eq	MJ, net cal
<b>Vloer op grond</b>							
vloer1_PUR05	4,65E+02	3,04E-05	8,09E-01	2,87E-01	6,95E-02	2,15E-03	8,24E+03
vloer2_PUR15	3,34E+02	1,94E-05	8,06E-01	2,90E-01	6,10E-02	2,14E-03	5,85E+03
vloer3_XPS8	4,75E+02	4,12E-04	8,15E-01	2,85E-01	6,91E-02	2,15E-03	8,04E+03
vloer4_REC_PUR05	4,65E+02	3,04E-05	8,08E-01	2,87E-01	6,95E-02	2,15E-03	8,24E+03
vloer5_traskalk	3,80E+02	2,97E-05	1,42E+00	2,95E-01	8,26E-02	2,15E-03	6,59E+03
vloer6_PUR04_dekvloer EPS	7,18E+02	3,72E-05	1,30E+00	3,94E-01	9,12E-02	2,24E-03	1,02E+04
vloer7_PUR05_dekvloer anhydriet	4,64E+02	3,10E-05	8,17E-01	2,92E-01	7,04E-02	2,58E-03	8,36E+03
vloer8_PUR05_parket	3,78E+02	3,30E-04	5,53E-01	1,93E-01	4,42E-02	6,22E-04	5,80E+03
vloer9_PUR05_parket	3,77E+02	3,30E-04	5,48E-01	1,92E-01	4,40E-02	6,17E-04	5,77E+03
vloer10_kurk08_parket	2,75E+02	3,21E-04	6,04E-01	2,10E-01	3,82E-02	6,39E-04	3,74E+03

	Klimaats- verander- ing	ozon- aantasting	Verzuring (land)	Vermes- ting	fotochem. oxidant- vorming	Uitputting - niet fossiel	Uitputting - fossiel
	kg CO2 eq	kg CFC- 11 eq	kg SO2 eq	kg PO4-- - eq	kg C2H4	kg Sb eq	MJ, net cal
<b>Buitenwand</b>							
BW1_houtskelet_RW14_gevelsteen	2,53E+02	1,92E-05	3,59E-01	1,29E-01	3,18E-02	5,94E-04	4,03E+03
BW2_houtskelet_RW22_gevelsteen	2,10E+02	1,63E-05	3,82E-01	1,38E-01	3,04E-02	6,03E-04	3,26E+03
BW3_houtskelet_cellulose22_gevelsteen	2,07E+02	1,63E-05	3,42E-01	1,33E-01	2,81E-02	7,64E-04	3,22E+03
BW4_houtskelet_RW14_vezelcementplaat	2,42E+02	2,43E-05	3,27E-01	1,31E-01	3,09E-02	6,30E-04	3,94E+03
BW5_FJI_cellulose24_gevelsteen	1,70E+02	1,36E-05	2,81E-01	1,03E-01	2,12E-02	7,70E-04	2,57E+03
BW6_FJI_cellulose36_gevelsteen	1,47E+02	1,20E-05	2,90E-01	1,10E-01	2,01E-02	8,89E-04	2,15E+03
BW7_FJI_cellulose36_crepi_gipsblokken	1,60E+02	1,09E-05	3,05E-01	1,06E-01	2,25E-02	3,23E-03	1,95E+03
BW8_houtskelet_RW14_planken	2,28E+02	1,76E-05	3,33E-01	1,32E-01	3,10E-02	6,08E-04	3,87E+03
BW9_betonsteen_hol_RW7.5_gevelsteen	3,36E+02	2,32E-05	3,83E-01	1,15E-01	3,17E-02	2,51E-04	4,86E+03
BW10_betonsteen_hol_RW22_gevelsteen	2,07E+02	1,41E-05	3,94E-01	1,15E-01	2,46E-02	2,60E-04	2,62E+03
BW11_betonsteen_hol_PUR5_gevelsteen	3,36E+02	2,27E-05	3,83E-01	1,16E-01	3,29E-02	2,54E-04	4,81E+03
BW12_betonsteen_hol_PUR15_gevelsteen	2,23E+02	1,37E-05	4,01E-01	1,20E-01	2,98E-02	2,72E-04	2,78E+03
BW13_betonsteen_vol_RW7.5_gevelsteen	3,42E+02	2,38E-05	4,05E-01	1,22E-01	3,26E-02	2,86E-04	4,94E+03
BW14_snelbouw_isol_RW6_gevelsteen	3,30E+02	2,40E-05	3,51E-01	1,08E-01	3,29E-02	1,88E-04	5,03E+03
BW15_snelbouw_isol_RW8_crepi	3,14E+02	2,22E-05	4,52E-01	1,28E-01	3,58E-02	1,05E-03	4,73E+03
BW16_snelbouw_isol_EPS7_crepi	3,24E+02	2,25E-05	3,31E-01	1,01E-01	4,34E-02	9,99E-04	4,91E+03
BW17_snelbouw_RW7.5_gevelsteen	3,15E+02	2,30E-05	3,76E-01	1,15E-01	3,30E-02	1,98E-04	4,69E+03
BW18_snelbouw_isol_RW6_gevelsteen_leem- pleister	3,16E+02	2,25E-05	2,86E-01	8,43E-02	2,99E-02	1,36E-04	4,86E+03
BW19_betonsteen_hol_PUR5_betonsteen	3,27E+02	2,14E-05	3,59E-01	1,07E-01	2,99E-02	2,83E-04	4,66E+03
BW20_cellenbeton30_gevelsteen	3,58E+02	2,55E-05	4,14E-01	1,32E-01	3,46E-02	3,87E-04	4,90E+03

	Klimaats- verander- ing	ozon- aantasting	Verzuring (land)	Vermes- ting	fotochem. oxidant- vorming	Uitputting - niet fossiel	Uitputting - fossiel
	kg CO2 eq	kg CFC- 11 eq	kg SO2 eq	kg PO4-- - eq	kg C2H4	kg Sb eq	MJ, net cal
<b>Buitenwand (vervolg)</b>							
BW21_cellenbeton48_crepi	3,49E+02	2,45E-05	4,38E-01	1,37E-01	3,32E-02	1,26E-03	4,64E+03
BW22_cellenbeton30_RW14_gevelsteen	2,45E+02	1,74E-05	4,27E-01	1,34E-01	2,86E-02	3,97E-04	2,93E+03
BW23_kalkzandsteen_RW7.5_gevelsteen	3,13E+02	2,37E-05	3,65E-01	1,09E-01	3,28E-02	2,53E-04	4,71E+03
BW24_snelbouw_betonprefabpaneel	2,80E+02	1,78E-05	6,11E-01	2,54E-01	5,71E-02	4,08E-04	3,61E+03
BW25_beton_insitu_RW7.5_betonplaat	3,45E+02	2,26E-05	4,31E-01	1,70E-01	4,70E-02	2,32E-04	5,13E+03

	Klimaats- verander- ing	ozon- aantasting	Verzuring (land)	Vermes- ting	fotochem. oxidant- vorming	Uitputting - niet fossiel	Uitputting - fossiel
	kg CO2 eq	kg CFC- 11 eq	kg SO2 eq	kg PO4-- - eq	kg C2H4	kg Sb eq	MJ, net cal
<b>Dragende Binnenwand</b>							
DBiW1_snelbouwsteen	7,03E+01	6,20E-06	2,27E-01	7,67E-02	1,22E-02	1,44E-04	7,91E+02
DBiW2_beton	8,66E+01	5,94E-06	2,87E-01	1,17E-01	2,12E-02	1,75E-04	9,28E+02
DBiW3_houtskelet	4,99E+01	5,92E-06	2,36E-01	9,28E-02	1,22E-02	1,07E-03	7,67E+02
DBiW4_kalkzandsteen	7,09E+01	7,19E-06	2,32E-01	7,57E-02	1,27E-02	2,06E-04	8,07E+02
DBiW5_cellenbeton	7,72E+01	6,21E-06	2,19E-01	7,60E-02	1,12E-02	2,26E-04	7,51E+02
DBiW6_holle betonsteen	8,02E+01	5,66E-06	2,47E-01	8,01E-02	1,06E-02	2,02E-04	7,08E+02
DBiW7_zichtbetonblok	4,91E+01	2,77E-06	1,29E-01	3,74E-02	4,77E-03	1,18E-04	3,30E+02

	Klimaats- verander- ing	ozon- aantasting	Verzuring (land)	Vermes- ting	fotochem. oxidant- vorming	Uitputting - niet fossiel	Uitputting - fossiel
	kg CO2 eq	kg CFC- 11 eq	kg SO2 eq	kg PO4-- - eq	kg C2H4	kg Sb eq	MJ, net cal
<b>Niet dragende Binnenwand</b>							
NDBiW1_houtskelet_1gipskarton	4,57E+01	5,46E-06	2,14E-01	8,21E-02	1,10E-02	1,00E-03	7,08E+02
NDBiW2_houtskelet_2gipskarton	6,42E+01	7,59E-06	2,78E-01	1,03E-01	1,37E-02	1,71E-03	9,62E+02
NDBiW3_metalstud_1gipskarton	5,55E+01	6,18E-06	2,44E-01	1,02E-01	1,47E-02	1,17E-03	8,50E+02
NDBiW4_metalstud_2gipskarton	7,40E+01	8,31E-06	3,09E-01	1,23E-01	1,74E-02	1,88E-03	1,10E+03
NDBiW5_snelbouwsteen	6,02E+01	5,42E-06	2,02E-01	6,89E-02	1,06E-02	1,33E-04	6,93E+02
NDBiW6_beton	6,71E+01	4,96E-06	2,31E-01	9,21E-02	1,58E-02	1,50E-04	7,44E+02
NDBiW7_beton gerecycleerd	6,71E+01	4,97E-06	2,31E-01	9,19E-02	1,58E-02	1,50E-04	7,44E+02
NDBiW8_gipsblokken	6,61E+01	4,66E-06	1,95E-01	5,77E-02	1,00E-02	1,94E-03	4,89E+02
NDBiW9_houtskelet_gipsvezelplaat	4,71E+01	5,85E-06	2,23E-01	8,41E-02	1,13E-02	1,14E-03	7,42E+02
NDBiW10_systeemwand_vol	1,61E+02	1,29E-05	6,61E-01	3,35E-01	5,94E-02	1,05E-03	2,49E+03
NDBiW11_systeemwand_glas	6,38E+01	3,74E-06	3,15E-01	1,08E-01	1,44E-02	1,81E-04	8,81E+02
NDBiW12_systeemwand_50%glas	1,27E+02	9,12E-06	5,62E-01	2,50E-01	4,21E-02	6,80E-04	1,96E+03

	Klimaats- verander- ing	ozon- aantasting	Verzuring (land)	Vermes- ting	fotochem. oxidant- vorming	Uitputting - niet fossiel	Uitputting - fossiel
	kg CO2 eq	kg CFC- 11 eq	kg SO2 eq	kg PO4-- - eq	kg C2H4	kg Sb eq	MJ, net cal
<b>Verdiepingsvloer</b>							
VV1_beton_tegels	2,16E+02	1,39E-05	7,01E-01	2,58E-01	5,07E-02	1,84E-03	3,98E+03
VV2_beton_linoleum	1,91E+02	1,06E-05	6,42E-01	2,77E-01	4,00E-02	7,18E-04	3,53E+03
VV3_beton_staalplaat_linoleum	2,14E+02	1,20E-05	7,29E-01	3,50E-01	5,36E-02	8,71E-04	3,92E+03
VV4_potten en balken (klei)_tegels	2,08E+02	1,42E-05	6,70E-01	2,38E-01	4,68E-02	1,82E-03	3,94E+03
VV5_beton_parket	1,50E+02	3,15E-04	4,74E-01	1,75E-01	2,80E-02	5,97E-04	1,87E+03
VV6_welfsels16.5_NVG_linoleum	2,00E+02	1,11E-05	6,58E-01	2,79E-01	4,05E-02	7,28E-04	3,57E+03
VV7_welfsels12_VG_linoleum	1,82E+02	1,02E-05	6,03E-01	2,47E-01	3,25E-02	7,05E-04	3,36E+03
VV8_beton_kurk	1,55E+02	1,10E-05	4,73E-01	2,05E-01	3,50E-02	4,58E-04	1,86E+03
VV9_welfsels12_VG_linoleum_rotswolplaten	2,04E+02	1,07E-05	7,01E-01	3,05E-01	4,59E-02	9,41E-04	3,68E+03
VV10_hout_RW03_parket	9,79E+01	3,14E-04	4,03E-01	1,42E-01	2,10E-02	6,81E-04	1,59E+03
VV11_beton_laminaat	2,06E+02	1,57E-04	7,83E-01	2,71E-01	3,57E-02	1,05E-03	2,77E+03
VV12_welfsels12_VG_RW3_tegels	2,12E+02	1,38E-05	6,98E-01	2,37E-01	4,52E-02	1,84E-03	3,89E+03
VV13_welfsels12_VG_RW3_tapijt	1,97E+02	1,12E-05	5,58E-01	1,81E-01	3,00E-02	8,76E-04	2,50E+03
VV14_houtRW22_RW3_tegels	1,89E+02	1,37E-05	7,32E-01	2,53E-01	4,89E-02	2,24E-03	3,95E+03
VV15_houtRW22_RW3_droge dekvloer_tegels	1,81E+02	1,39E-05	7,13E-01	2,50E-01	4,81E-02	2,54E-03	3,95E+03
VV16_welfsels12_VG_RW3_laminaat	2,02E+02	1,57E-04	7,80E-01	2,50E-01	3,02E-02	1,05E-03	2,67E+03



	Klimaats- verander- ing	ozon- aantasting	Verzuring (land)	Vermes- ting	fotochem. oxidant- vorming	Uitputting - niet fossiel	Uitputting - fossiel
	kg CO2 eq	kg CFC- 11 eq	kg SO2 eq	kg PO4-- - eq	kg C2H4	kg Sb eq	MJ, net cal
<b>Trap</b>							
trap1_hout_open	3,66E+02	3,95E-05	1,63E+00	6,44E-01	8,22E-02	1,52E-03	4,95E+03
trap2_hout_gesloten	4,82E+02	5,04E-05	1,98E+00	8,21E-01	1,04E-01	2,12E-03	6,60E+03
trap3_beton	1,46E+03	7,47E-05	4,51E+00	1,91E+00	3,75E-01	5,66E-03	2,50E+04
trap4_beton_tegels	1,73E+03	1,03E-04	5,50E+00	2,29E+00	4,75E-01	1,40E-02	3,02E+04
trap5_staal	1,95E+03	1,10E-04	6,43E+00	4,24E+00	8,05E-01	7,66E-03	2,56E+04

	Klimaats- verander- ing	ozon- aantasting	Verzuring (land)	Vermes- ting	fotochem. oxidant- vorming	Uitputting - niet fossiel	Uitputting - fossiel
	kg CO2 eq	kg CFC- 11 eq	kg SO2 eq	kg PO4-- - eq	kg C2H4	kg Sb eq	MJ, net cal
<b>Plat dak</b>							
PD1_beton_PUR10_EPDM	2,59E+02	1,76E-05	4,06E-01	1,31E-01	3,70E-02	2,35E-04	3,91E+03
PD2_beton_PUR17_EPDM	2,16E+02	1,38E-05	4,28E-01	1,37E-01	3,72E-02	2,46E-04	3,10E+03
PD3_beton_PUR10_bitumen	2,84E+02	2,46E-05	5,19E-01	1,81E-01	4,58E-02	5,75E-04	4,81E+03
PD4_welfsels16.5_NVG_PUR10_EPDM	2,67E+02	1,80E-05	4,22E-01	1,33E-01	3,74E-02	2,45E-04	3,93E+03
PD5_welfsels12_VG_PUR10_EPDM	2,50E+02	1,72E-05	3,66E-01	1,01E-01	2,95E-02	2,22E-04	3,73E+03
PD6_beton_PURafschot6.75_10.5_EPDM	2,72E+02	1,86E-05	3,81E-01	1,25E-01	3,70E-02	2,21E-04	4,21E+03
PD7_beton_RWafschot6.11_14_EPDM	2,62E+02	1,83E-05	3,61E-01	1,19E-01	3,33E-02	1,94E-04	4,06E+03
PD8_pottenenbalken_klei_PUR10_EPDM	2,46E+02	1,76E-05	3,73E-01	1,11E-01	3,28E-02	2,18E-04	3,79E+03
PD9_cellenbeton_PUR6_EPDM	2,73E+02	1,98E-05	3,35E-01	9,60E-02	2,92E-02	2,81E-04	4,17E+03
PD10_TT_PUR10_EPDM	2,42E+02	1,68E-05	3,46E-01	9,89E-02	2,98E-02	2,10E-04	3,71E+03
PD11_houtenbalken_PUR10_EPDM	2,04E+02	1,51E-05	3,45E-01	1,13E-01	3,20E-02	6,17E-04	3,47E+03
PD12_houtenbalken_cellulose22_RW6_EPDM	1,53E+02	1,22E-05	2,97E-01	1,03E-01	2,39E-02	7,45E-04	2,61E+03
PD13_FJI_cellulose24_RW6_EPDM	1,21E+02	9,58E-06	2,44E-01	8,70E-02	2,00E-02	7,87E-04	2,10E+03

	Klimaats- verander- ing	ozon- aantasting	Verzuring (land)	Vermes- ting	fotochem. oxidant- vorming	Uitputting - niet fossiel	Uitputting - fossiel
	kg CO2 eq	kg CFC- 11 eq	kg SO2 eq	kg PO4-- - eq	kg C2H4	kg Sb eq	MJ, net cal
<b>Hellend dak</b>							
HD1_gording_RW18_kleidakpan	2,85E+02	2,24E-05	4,47E-01	1,75E-01	3,67E-02	8,24E-04	4,59E+03
HD2_FJI_RW24_kleidakpan	1,70E+02	1,39E-05	3,97E-01	1,56E-01	2,78E-02	7,80E-04	2,62E+03
HD3_FJI_RW36_kleidakpan	1,70E+02	1,40E-05	3,99E-01	1,57E-01	2,81E-02	7,82E-04	2,64E+03
HD4_FJI_cellulose24_kleidakpan	1,64E+02	1,39E-05	3,22E-01	1,46E-01	2,35E-02	1,08E-03	2,53E+03
HD5_spantjes_RW18_kleidakpan	2,85E+02	2,21E-05	4,47E-01	1,74E-01	3,67E-02	1,09E-03	4,59E+03
HD6_spantjes_PUR08_kleidakpan	3,26E+02	2,39E-05	4,49E-01	1,78E-01	4,21E-02	1,11E-03	5,21E+03
HD7_spantjes_PUR16_kleidakpan	2,55E+02	1,77E-05	4,85E-01	1,87E-01	4,25E-02	1,13E-03	3,89E+03
HD8_spantjes_RW18_zink	3,47E+02	2,44E-05	1,38E+00	5,96E-01	7,37E-02	2,39E-02	5,42E+03
HD9_spantjes_RW18_vezelcement	3,34E+02	2,86E-05	5,93E-01	2,74E-01	4,60E-02	1,37E-03	5,14E+03
HD10_staal_sandwich RW12_staal	3,72E+02	2,56E-05	6,34E-01	2,93E-01	6,94E-02	1,06E-03	5,96E+03
HD11_spantjes_RW18_houten shingles	3,03E+02	2,46E-05	6,00E-01	2,70E-01	4,63E-02	1,30E-03	4,98E+03
HD12_spantjes_RW18_betondakpan	2,76E+02	2,11E-05	4,27E-01	1,72E-01	3,44E-02	1,11E-03	4,45E+03
HD13_spantjes_sandwich panel PUR8_kleidakpan	3,19E+02	2,21E-05	3,87E-01	1,34E-01	4,29E-02	7,16E-04	5,20E+03

	Klimaats- verander- ing	ozon- aantasting	Verzuring (land)	Vermes- ting	fotochem. oxidant- vorming	Uitputting - niet fossiel	Uitputting - fossiel
	kg CO2 eq	kg CFC- 11 eq	kg SO2 eq	kg PO4-- - eq	kg C2H4	kg Sb eq	MJ, net cal
<b>Raam</b>							
PVC_glas1.1	2,94E+02	1,59E-05	1,74E+00	5,60E-01	7,38E-02	4,83E-03	3,87E+03
ALU_glas1.1	3,94E+02	3,02E-05	1,68E+00	6,21E-01	1,22E-01	2,40E-03	4,85E+03
hout_tropisch hard_glas1.1	2,02E+02	1,72E-05	1,08E+00	3,69E-01	5,88E-02	2,04E-03	2,57E+03
houtgeschilderd_glas1.1	1,86E+02	1,58E-05	1,01E+00	4,02E-01	5,43E-02	2,09E-03	2,46E+03
hout_alu_glas1.1	3,15E+02	2,46E-05	1,51E+00	6,08E-01	9,63E-02	2,69E-03	3,94E+03
PVCtherm_glas0.5	3,75E+02	2,11E-05	2,14E+00	7,55E-01	9,16E-02	7,38E+00	4,91E+03
ALUtherm_glas0.6	5,01E+02	3,75E-05	2,20E+00	8,68E-01	1,50E-01	7,69E+00	6,13E+03
houttherm_tropisch hard_glas0.8	2,92E+02	2,36E-05	1,54E+00	5,94E-01	8,11E-02	7,53E+00	3,73E+03
houttherm_geschilderd_glas0.8	2,76E+02	2,21E-05	1,46E+00	6,26E-01	7,65E-02	7,53E+00	3,62E+03
PVC_glas1.1_veilig	3,18E+02	1,74E-05	1,87E+00	6,04E-01	7,91E-02	4,87E-03	4,22E+03
PVC_glas1.1_akoest	3,03E+02	1,68E-05	1,81E+00	5,70E-01	7,65E-02	4,87E-03	3,99E+03

	Klimaats- verander- ing	ozon- aantasting	Verzuring (land)	Vermes- ting	fotochem. oxidant- vorming	Uitputting - niet fossiel	Uitputting - fossiel
	kg CO2 eq	kg CFC- 11 eq	kg SO2 eq	kg PO4-- - eq	kg C2H4	kg Sb eq	MJ, net cal
<b>Binnendeur</b>							
D1_MDF	1,45E+03	1,54E-04	5,78E+00	2,89E+00	3,48E-01	4,47E-03	2,67E+04
D2_eik	6,47E+02	7,08E-05	4,56E+00	1,66E+00	2,35E-01	1,89E-03	8,88E+03
D3_glas	1,51E+03	1,57E-04	6,16E+00	2,99E+00	3,61E-01	4,54E-03	2,75E+04

## CEN+ milieu-indicatoren

	menselijke toxiciteit	fijnstof- vorming (PM)	Ionis. straling (mens)	ecotox. (terres- trisch)	ecotox. (zoet water)	ecotox. (mariene)	land- bezetting (bos)	land- bezetting (urbaan)	land- omvorm. (natuur)	landom- vorming (regen- woud)	water
	DALY	DALY	DALY	kg 1,4- DB eq	kg 1,4- DB eq	kg 1,4- DB eq	species. yr	species. yr	species. yr	species. yr	m3
<b>Vloer op grond</b>											
vloer1	4,73E-05	7,93E-04	1,35E-06	1,97E-02	1,58E+00	1,71E+00	8,22E-05	5,28E-08	9,85E-08	3,34E-09	4,39E+00
vloer2	4,72E-05	7,85E-04	1,26E-06	2,09E-02	1,73E+00	1,66E+00	8,22E-05	3,89E-08	6,38E-08	2,12E-09	4,48E+00
vloer3	4,77E-05	7,92E-04	1,36E-06	2,70E-02	2,01E+00	1,78E+00	8,22E-05	5,35E-08	9,86E-08	3,32E-09	4,25E+00
vloer4	4,73E-05	7,93E-04	1,34E-06	1,97E-02	1,58E+00	1,71E+00	8,22E-05	5,12E-08	9,63E-08	3,30E-09	4,12E+00
vloer5	4,07E-05	1,20E-03	1,29E-06	2,22E-02	1,34E+00	1,49E+00	8,23E-05	5,35E-08	1,72E-07	5,06E-09	5,14E+00
vloer6	5,87E-05	9,88E-04	1,64E-06	2,70E-02	1,96E+00	1,98E+00	8,22E-05	5,84E-08	1,09E-07	3,80E-09	5,25E+00
vloer7	4,80E-05	8,06E-04	1,37E-06	2,06E-02	1,60E+00	1,74E+00	8,22E-05	5,07E-08	9,48E-08	4,21E-09	4,41E+00
vloer8	3,02E-05	4,07E-04	1,12E-06	3,17E-02	1,53E+00	1,31E+00	3,21E-04	8,83E-08	1,14E-07	2,82E-09	2,12E+00
vloer9	3,02E-05	4,03E-04	1,12E-06	3,16E-02	1,53E+00	1,30E+00	3,21E-04	8,47E-08	1,08E-07	2,79E-09	2,07E+00
vloer10	3,14E-05	4,33E-04	1,07E-06	3,40E-02	1,72E+00	1,30E+00	3,21E-04	8,77E-08	1,02E-07	1,87E-09	2,56E+00

	menselijke toxiciteit	fijnstof- vorming (PM)	Ionis. straling (mens)	ecotox. (terres- trisch)	ecotox. (zoet water)	ecotox. (mariene)	land- bezetting (bos)	land- bezetting (urbaan)	land- omvorm. (natuur)	landom- vorming (regen- woud)	water
	DALY	DALY	DALY	kg 1,4- DB eq	kg 1,4- DB eq	kg 1,4- DB eq	species. yr	species. yr	species. yr	species. yr	m3
<b>Buitenwand</b>											
BW1	1,56E-05	1,88E-04	3,34E-07	3,00E-02	4,89E-01	5,87E-01	6,88E-03	3,63E-08	5,60E-08	5,50E-09	5,71E-01
BW2	1,69E-05	2,12E-04	3,32E-07	3,32E-02	5,17E-01	5,91E-01	6,88E-03	4,72E-08	6,18E-08	5,30E-09	6,04E-01
BW3	1,65E-05	1,76E-04	3,15E-07	3,30E-02	5,06E-01	5,81E-01	6,88E-03	4,53E-08	5,77E-08	5,12E-09	5,54E-01
BW4	1,83E-05	1,67E-04	3,77E-07	3,33E-02	5,42E-01	6,56E-01	2,78E-02	3,90E-08	5,62E-08	6,19E-09	6,65E-01
BW5	1,23E-05	1,45E-04	2,46E-07	1,73E-02	4,15E-01	4,75E-01	6,88E-03	2,53E-08	3,79E-08	4,78E-09	4,45E-01
BW6	1,34E-05	1,58E-04	2,47E-07	1,91E-02	4,42E-01	4,89E-01	6,88E-03	2,93E-08	3,83E-08	4,66E-09	4,74E-01
BW7	1,47E-05	1,73E-04	2,49E-07	2,74E-02	4,69E-01	5,13E-01	2,43E-02	3,41E-08	1,93E-08	2,43E-09	7,41E-01
BW8	1,68E-05	1,80E-04	3,43E-07	4,47E-02	5,16E-01	6,14E-01	1,66E-02	8,04E-08	8,90E-08	4,88E-09	5,15E-01
BW9	1,35E-05	1,83E-04	3,51E-07	1,43E-02	3,70E-01	4,95E-01	6,88E-03	1,90E-08	4,68E-08	4,80E-09	1,01E+00
BW10	1,38E-05	2,08E-04	3,03E-07	1,37E-02	3,94E-01	4,52E-01	6,88E-03	1,97E-08	3,87E-08	4,05E-09	1,03E+00
BW11	1,35E-05	1,73E-04	3,38E-07	1,49E-02	4,09E-01	5,01E-01	6,88E-03	1,79E-08	4,37E-08	4,64E-09	1,10E+00
BW12	1,39E-05	1,82E-04	2,74E-07	1,59E-02	5,19E-01	4,83E-01	6,88E-03	1,66E-08	3,11E-08	3,69E-09	1,30E+00
BW13	1,44E-05	1,98E-04	3,63E-07	1,48E-02	3,97E-01	5,25E-01	6,88E-03	2,06E-08	4,89E-08	5,41E-09	1,03E+00
BW14	1,20E-05	1,61E-04	3,12E-07	1,36E-02	3,37E-01	4,63E-01	6,88E-03	1,44E-08	4,24E-08	3,83E-09	5,36E-01
BW15	1,62E-05	2,64E-04	3,96E-07	1,47E-02	4,88E-01	6,06E-01	2,51E-02	2,17E-08	4,17E-08	4,85E-09	8,83E-01
BW16	1,23E-05	1,53E-04	3,29E-07	2,28E-02	9,08E-01	5,90E-01	2,51E-02	1,50E-08	2,83E-08	4,26E-09	6,96E-01
BW17	1,29E-05	1,75E-04	3,15E-07	1,39E-02	3,61E-01	4,75E-01	6,88E-03	1,54E-08	4,25E-08	3,84E-09	5,55E-01
BW18	9,74E-06	1,37E-04	2,69E-07	5,70E-03	2,63E-01	3,92E-01	3,69E-04	1,20E-08	4,01E-08	3,45E-09	3,88E-01
BW19	1,30E-05	1,66E-04	3,36E-07	1,47E-02	3,93E-01	4,86E-01	6,87E-03	1,90E-08	4,34E-08	5,09E-09	1,31E+00
BW20	1,54E-05	1,85E-04	4,22E-07	1,49E-02	4,32E-01	5,48E-01	6,88E-03	1,96E-08	3,32E-08	4,94E-09	9,63E-01
BW21	1,70E-05	2,13E-04	4,64E-07	1,58E-02	5,08E-01	6,18E-01	2,54E-02	2,30E-08	2,01E-08	5,65E-09	1,21E+00

	menselijke toxiciteit	fijnstof-vorming (PM)	lonis. straling (mens)	ecotox. (terres-trisch)	ecotox. (zoet water)	ecotox. (mariene)	land-bezetting (bos)	land-bezetting (urbaan)	land-omvorm. (natuur)	landom-vorming (regen-woud)	water
	DALY	DALY	DALY	kg 1,4-DB eq	kg 1,4-DB eq	kg 1,4-DB eq	species. yr	species. yr	species. yr	species. yr	m3
<b>Buitenwand (vervolg)</b>											
BW22	1,58E-05	2,11E-04	3,81E-07	1,45E-02	4,58E-01	5,14E-01	6,88E-03	2,03E-08	2,64E-08	4,30E-09	9,82E-01
BW23	1,23E-05	1,76E-04	3,18E-07	1,56E-02	3,58E-01	4,83E-01	6,88E-03	1,78E-08	4,73E-08	5,16E-09	8,62E-01
BW24	3,70E-05	3,54E-04	4,97E-07	2,06E-02	1,24E+00	1,28E+00	6,51E-03	3,14E-08	5,13E-08	2,88E-09	1,85E+00
BW25	2,88E-05	2,61E-04	4,08E-07	1,73E-02	8,36E-01	9,75E-01	6,51E-03	2,26E-08	4,86E-08	2,93E-09	1,62E+00

	menselijke toxiciteit	fijnstof-vorming (PM)	lonis. straling (mens)	ecotox. (terres-trisch)	ecotox. (zoet water)	ecotox. (mariene)	land-bezetting (bos)	land-bezetting (urbaan)	land-omvorm. (natuur)	landom-vorming (regen-woud)	water
	DALY	DALY	DALY	kg 1,4-DB eq	kg 1,4-DB eq	kg 1,4-DB eq	species. yr	species. yr	species. yr	species. yr	m3
<b>Dragende Binnenwand</b>											
DBiW1	7,95E-06	9,33E-05	1,47E-07	1,76E-02	2,36E-01	2,36E-01	1,30E-02	8,93E-09	1,27E-08	1,58E-09	4,18E-01
DBiW2	1,82E-05	1,58E-04	2,15E-07	2,01E-02	5,39E-01	5,48E-01	1,30E-02	1,43E-08	1,75E-08	1,24E-09	1,08E+00
DBiW3	1,06E-05	1,16E-04	2,00E-07	2,73E-02	4,00E-01	4,11E-01	1,30E-02	3,05E-08	2,98E-08	7,47E-09	4,17E-01
DBiW4	7,96E-06	1,02E-04	1,58E-07	1,96E-02	2,48E-01	2,58E-01	1,30E-02	1,19E-08	1,84E-08	2,98E-09	7,37E-01
DBiW5	8,25E-06	8,94E-05	1,82E-07	1,75E-02	2,47E-01	2,45E-01	1,30E-02	9,90E-09	6,05E-09	1,84E-09	5,86E-01
DBiW6	9,02E-06	1,08E-04	1,83E-07	1,81E-02	2,57E-01	2,60E-01	1,30E-02	1,30E-08	1,66E-08	2,52E-09	8,84E-01
DBiW7	4,90E-06	7,04E-05	1,02E-07	2,80E-03	1,25E-01	1,34E-01	2,91E-08	8,90E-09	1,25E-08	2,20E-09	5,60E-01



	menselijke toxiciteit	fijnstof- vorming (PM)	Ionis. straling (mens)	ecotox. (terres- trisch)	ecotox. (zoet water)	ecotox. (mariene)	land- bezetting (bos)	land- bezetting (urbaan)	land- omvorm. (natuur)	landom- vorming (regen- woud)	water
	DALY	DALY	DALY	kg 1,4- DB eq	kg 1,4- DB eq	kg 1,4- DB eq	species. yr	species. yr	species. yr	species. yr	m3
<b>Niet dragende Binnenwand</b>											
NDBiW1	9,28E-06	9,79E-05	1,80E-07	2,54E-02	3,65E-01	3,75E-01	1,30E-02	2,38E-08	2,44E-08	7,00E-09	3,79E-01
NDBiW2	1,16E-05	1,39E-04	2,45E-07	2,93E-02	4,59E-01	4,84E-01	1,63E-02	2,71E-08	2,81E-08	1,26E-08	5,04E-01
NDBiW3	1,22E-05	1,11E-04	2,26E-07	2,24E-02	4,72E-01	4,83E-01	1,30E-02	1,43E-08	1,74E-08	8,20E-09	4,97E-01
NDBiW4	1,45E-05	1,52E-04	2,91E-07	2,64E-02	5,67E-01	5,93E-01	1,63E-02	1,76E-08	2,11E-08	1,38E-08	6,23E-01
NDBiW5	7,08E-06	8,10E-05	1,31E-07	1,71E-02	2,13E-01	2,12E-01	1,30E-02	7,85E-09	1,06E-08	1,35E-09	3,83E-01
NDBiW6	1,33E-05	1,18E-04	1,69E-07	1,86E-02	3,99E-01	4,04E-01	1,30E-02	1,10E-08	1,30E-08	1,08E-09	8,03E-01
NDBiW7	1,33E-05	1,18E-04	1,66E-07	1,86E-02	3,98E-01	4,03E-01	1,30E-02	1,00E-08	1,17E-08	1,06E-09	6,42E-01
NDBiW8	5,24E-06	7,40E-05	9,58E-08	1,67E-02	1,62E-01	1,60E-01	1,30E-02	7,60E-09	-1,07E-10	9,27E-10	4,36E-01
NDBiW9	9,34E-06	1,06E-04	1,81E-07	2,56E-02	3,66E-01	3,81E-01	1,14E-02	2,44E-08	2,45E-08	1,68E-09	3,67E-01
NDBiW10	5,07E-05	4,18E-04	6,17E-07	4,47E-02	2,00E+00	2,08E+00	9,20E-02	4,65E-08	6,27E-08	1,45E-09	1,55E+00
NDBiW11	1,48E-05	1,07E-04	3,52E-07	5,03E-03	4,56E-01	4,53E-01	1,94E-02	5,11E-09	1,19E-08	1,04E-09	5,12E-01
NDBiW12	3,64E-05	3,00E-04	5,23E-07	3,83E-02	1,40E+00	1,42E+00	6,29E-02	3,01E-08	4,19E-08	1,66E-09	1,85E+00

	menselijke toxiciteit	fijnstof- vorming (PM)	Ionis. straling (mens)	ecotox. (terres- trisch)	ecotox. (zoet water)	ecotox. (mariene)	land- bezetting (bos)	land- bezetting (urbaan)	land- omvorm. (natuur)	landom- vorming (regen- woud)	water
	DALY	DALY	DALY	kg 1,4- DB eq	kg 1,4- DB eq	kg 1,4- DB eq	species. yr	species. yr	species. yr	species. yr	m3
<b>Verdiepingsvloer</b>											
VV1	4,34E-05	7,15E-04	1,22E-06	2,26E-02	1,12E+00	1,17E+00	6,59E-03	3,50E-08	5,05E-08	1,82E-09	3,83E+00
VV2	3,86E-05	2,74E-04	1,17E-06	2,22E-02	1,08E+00	1,07E+00	6,51E-03	2,43E-08	3,80E-08	1,58E-09	5,08E+00
VV3	4,74E-05	3,27E-04	1,30E-06	2,43E-02	1,48E+00	1,47E+00	6,51E-03	3,25E-08	4,62E-08	1,59E-09	5,30E+00
VV4	3,83E-05	6,79E-04	1,18E-06	2,12E-02	9,66E-01	1,02E+00	6,59E-03	3,16E-08	4,75E-08	1,93E-09	3,37E+00
VV5	2,87E-05	3,57E-04	1,01E-06	3,55E-02	1,44E+00	1,15E+00	6,83E-03	7,21E-08	6,79E-08	1,46E-09	1,60E+00
VV6	3,86E-05	2,79E-04	1,17E-06	2,24E-02	1,08E+00	1,07E+00	6,51E-03	2,46E-08	3,91E-08	1,63E-09	5,08E+00
VV7	3,15E-05	2,38E-04	1,13E-06	2,05E-02	8,67E-01	8,47E-01	6,51E-03	2,17E-08	3,55E-08	1,53E-09	4,87E+00
VV8	3,42E-05	2,31E-04	1,14E-06	3,23E-02	8,79E-01	9,17E-01	3,02E-02	3,56E-08	4,59E-08	1,35E-09	1,71E+00
VV9	4,15E-05	3,37E-04	1,24E-06	1,60E-02	1,39E+00	1,39E+00	9,79E-03	2,98E-08	4,74E-08	1,48E-09	5,15E+00
VV10	2,13E-05	2,92E-04	9,61E-07	4,46E-02	9,64E-01	6,58E-01	6,14E-03	9,19E-08	8,14E-08	3,73E-09	8,25E-01
VV11	4,30E-05	3,35E-04	1,17E-06	3,93E-02	1,54E+00	1,51E+00	4,94E-02	2,89E-08	5,84E-08	1,94E-09	3,56E+00
VV12	3,74E-05	7,08E-04	1,20E-06	2,12E-02	9,33E-01	9,81E-01	6,59E-03	3,40E-08	5,15E-08	1,92E-09	3,67E+00
VV13	2,74E-05	2,46E-04	1,18E-06	2,91E-02	1,01E+00	9,96E-01	2,78E-02	2,12E-08	5,01E-08	2,49E-07	1,59E+00
VV14	4,05E-05	7,32E-04	1,23E-06	3,34E-02	1,06E+00	1,11E+00	5,90E-03	6,30E-08	7,71E-08	4,43E-09	3,29E+00
VV15	4,00E-05	7,19E-04	1,23E-06	3,43E-02	1,05E+00	1,11E+00	5,90E-03	5,91E-08	6,90E-08	4,37E-09	3,17E+00
VV16	3,70E-05	3,28E-04	1,16E-06	3,79E-02	1,36E+00	1,32E+00	4,94E-02	2,79E-08	5,95E-08	2,05E-09	3,41E+00

	<b>menselijke toxiciteit</b>	<b>fijnstof- vorming (PM)</b>	<b>lonis. straling (mens)</b>	<b>ecotox. (terres- trisch)</b>	<b>ecotox. (zoet water)</b>	<b>ecotox. (mariene)</b>	<b>land- bezetting (bos)</b>	<b>land- bezetting (urbaan)</b>	<b>land- omvorm. (natuur)</b>	<b>landom- vorming (regen- woud)</b>	<b>water</b>
	<b>DALY</b>	<b>DALY</b>	<b>DALY</b>	<b>kg 1,4- DB eq</b>	<b>kg 1,4- DB eq</b>	<b>kg 1,4- DB eq</b>	<b>species. yr</b>	<b>species. yr</b>	<b>species. yr</b>	<b>species. yr</b>	<b>m3</b>
<b>Trap</b>											
trap1	8,77E-05	1,65E-03	3,93E-06	2,06E-01	2,46E+00	2,55E+00	4,41E-05	5,08E-07	3,99E-07	3,99E-09	3,36E+00
trap2	1,29E-04	1,49E-03	6,37E-06	3,66E-01	3,35E+00	3,48E+00	3,68E-05	4,78E-07	3,94E-07	4,32E-09	4,72E+00
trap3	2,88E-04	2,33E-03	3,85E-06	9,20E-02	9,25E+00	9,58E+00	2,58E-07	2,22E-07	3,09E-07	8,64E-09	2,65E+01
trap4	3,50E-04	5,68E-03	4,69E-06	1,16E-01	1,08E+01	1,11E+01	3,66E-07	3,09E-07	4,14E-07	1,20E-08	2,87E+01
trap5	6,36E-04	4,12E-03	1,23E-05	1,79E-01	2,36E+01	2,41E+01	5,20E-07	4,73E-07	5,33E-07	8,31E-09	2,37E+01

	menselijke toxiciteit	fijnstof- vorming (PM)	lonis. straling (mens)	ecotox. (terres- trisch)	ecotox. (zoet water)	ecotox. (marie- ne)	land- bezetting (bos)	land- bezetting (urbaan)	land- omvorm. (natuur)	landom- vorming (regen- woud)	water
	DALY	DALY	DALY	kg 1,4- DB eq	kg 1,4- DB eq	kg 1,4- DB eq	species. yr	species. yr	species. yr	species. yr	m3
<b>Plat dak</b>											
PD1	1,91E-05	2,01E-04	2,97E-07	1,63E-02	6,41E-01	6,66E-01	7,51E-03	1,64E-08	3,85E-08	2,20E-09	1,45E+00
PD2	1,97E-05	2,11E-04	2,72E-07	1,72E-02	7,17E-01	6,71E-01	7,51E-03	1,58E-08	3,31E-08	1,80E-09	1,60E+00
PD3	2,77E-05	2,52E-04	4,33E-07	2,25E-02	9,98E-01	1,05E+00	4,18E-02	2,05E-08	7,26E-08	3,15E-09	1,66E+00
PD4	1,91E-05	2,07E-04	3,01E-07	1,66E-02	6,39E-01	6,65E-01	7,51E-03	1,66E-08	3,95E-08	2,25E-09	1,46E+00
PD5	1,20E-05	1,65E-04	2,59E-07	1,46E-02	4,27E-01	4,46E-01	7,51E-03	1,38E-08	3,60E-08	2,15E-09	1,25E+00
PD6	1,85E-05	1,84E-04	2,90E-07	1,57E-02	6,14E-01	6,58E-01	7,51E-03	1,47E-08	3,76E-08	2,25E-09	1,25E+00
PD7	1,75E-05	1,92E-04	2,98E-07	1,41E-02	5,40E-01	6,37E-01	7,51E-03	1,61E-08	3,88E-08	2,40E-09	1,08E+00
PD8	1,39E-05	1,65E-04	2,51E-07	1,49E-02	4,91E-01	5,09E-01	7,51E-03	1,29E-08	3,50E-08	2,28E-09	9,98E-01
PD9	1,12E-05	1,37E-04	2,83E-07	1,37E-02	3,80E-01	4,34E-01	7,51E-03	1,26E-08	3,03E-08	2,96E-09	9,00E-01
PD10	1,23E-05	1,54E-04	2,44E-07	1,44E-02	4,42E-01	4,61E-01	7,51E-03	1,24E-08	3,39E-08	2,05E-09	1,13E+00
PD11	1,50E-05	1,46E-04	2,60E-07	3,48E-02	5,59E-01	5,69E-01	6,82E-03	4,27E-08	5,36E-08	4,25E-09	6,77E-01
PD12	1,40E-05	1,36E-04	2,45E-07	3,27E-02	4,68E-01	5,21E-01	6,82E-03	4,30E-08	4,99E-08	4,06E-09	4,45E-01
PD13	1,16E-05	1,14E-04	1,91E-07	2,45E-02	4,23E-01	4,64E-01	6,69E-03	2,24E-08	2,98E-08	3,74E-09	3,79E-01

	menselijke toxiciteit	fijnstof- vorming (PM)	Ionis. straling (mens)	ecotox. (terres- trisch)	ecotox. (zoet water)	ecotox. (marie- ne)	land- bezetting (bos)	land- bezetting (urbaan)	land- omvorm. (natuur)	landom- vorming (regen- woud)	water
	DALY	DALY	DALY	kg 1,4- DB eq	kg 1,4- DB eq	kg 1,4- DB eq	species. yr	species. yr	species. yr	species. yr	m3
<b>Hellend dak</b>											
HD1	2,07E-05	2,22E-04	4,59E-07	3,15E-02	6,74E-01	7,83E-01	2,29E-02	5,56E-08	7,56E-08	6,50E-09	6,63E-01
HD2	1,78E-05	2,12E-04	3,71E-07	2,28E-02	5,98E-01	6,51E-01	2,28E-02	3,41E-08	4,93E-08	5,69E-09	5,99E-01
HD3	1,80E-05	2,13E-04	3,74E-07	2,36E-02	6,02E-01	6,55E-01	2,28E-02	3,43E-08	4,95E-08	5,69E-09	6,05E-01
HD4	1,72E-05	1,46E-04	3,39E-07	2,26E-02	5,78E-01	6,32E-01	2,28E-02	3,05E-08	4,14E-08	5,34E-09	5,06E-01
HD5	2,13E-05	2,39E-04	4,52E-07	2,76E-02	9,91E-01	1,11E+00	2,29E-02	4,36E-08	6,49E-08	6,46E-09	6,60E-01
HD6	2,14E-05	2,13E-04	4,41E-07	2,94E-02	1,09E+00	1,16E+00	2,29E-02	4,11E-08	6,09E-08	6,36E-09	8,55E-01
HD7	2,24E-05	2,29E-04	4,00E-07	3,08E-02	1,22E+00	1,18E+00	2,29E-02	4,03E-08	5,22E-08	5,70E-09	1,10E+00
HD8	2,25E-04	5,21E-04	7,49E-07	1,66E-01	3,72E+00	5,45E+00	2,03E-01	9,05E-08	1,05E-07	7,02E-09	2,76E+00
HD9	3,56E-05	3,02E-04	7,29E-07	3,37E-02	1,46E+00	1,60E+00	3,53E-02	6,03E-08	8,22E-08	1,01E-08	1,28E+00
HD10	4,02E-05	3,96E-04	6,47E-07	2,53E-02	1,51E+00	1,66E+00	1,01E-02	3,99E-08	7,18E-08	6,85E-09	1,54E+00
HD11	3,31E-05	3,20E-04	6,61E-07	5,83E-02	1,41E+00	1,54E+00	6,19E-02	1,35E-07	1,41E-07	6,83E-09	9,37E-01
HD12	2,08E-05	2,32E-04	4,51E-07	2,74E-02	9,94E-01	1,12E+00	2,33E-02	4,42E-08	6,40E-08	6,65E-09	7,63E-01
HD13	1,85E-05	1,86E-04	3,33E-07	2,95E-02	1,07E+00	1,15E+00	1,55E-02	3,37E-08	5,36E-08	2,41E-09	7,61E-01

	menselijke toxiciteit	fijnstof- vorming (PM)	Ionis. straling (mens)	ecotox. (terres- trisch)	ecotox. (zoet water)	ecotox. (mariene)	land- bezetting (bos)	land- bezetting (urbaan)	land- omvorm. (natuur)	landom- vorming (regen- woud)	water
	DALY	DALY	DALY	kg 1,4- DB eq	kg 1,4- DB eq	kg 1,4- DB eq	species. yr	species. yr	species. yr	species. yr	m3
<b>Raam</b>											
PVC_glas1.1	1,03E-04	5,54E-04	8,83E-07	3,62E-02	3,53E+00	3,64E+00	1,02E-07	7,44E-08	7,25E-08	8,81E-08	2,46E+00
ALU_glas1.1	1,03E-04	7,06E-04	1,55E-06	3,28E-02	3,68E+00	3,76E+00	1,11E-07	5,87E-08	1,03E-07	1,08E-08	2,36E+00
hout_tropisch hard_glas1.1	6,12E-05	1,98E-03	9,17E-07	7,99E-02	1,77E+00	1,87E+00	5,72E-05	6,21E-08	-2,65E-03	2,65E-03	2,30E+00
houtgeschilder d_glas1.1	6,61E-05	3,96E-04	9,84E-07	6,81E-02	1,94E+00	2,01E+00	7,48E-06	1,88E-07	1,52E-07	2,34E-08	2,51E+00
hout_alu_glas 1.1	1,04E-04	6,25E-04	1,62E-06	9,13E-02	3,28E+00	3,39E+00	6,19E-06	1,85E-07	1,89E-07	4,22E-08	5,15E+00
PVCtherm_gla s0.5	1,30E-04	6,92E-04	1,54E-06	4,26E-02	4,38E+00	4,48E+00	1,22E-07	8,28E-08	8,60E-08	8,89E-08	3,12E+00
ALUtherm_gla s0.6	1,39E-04	8,98E-04	2,35E-06	4,17E-02	4,84E+00	4,93E+00	1,35E-07	6,99E-08	1,23E-07	1,23E-08	3,13E+00
houttherm_tro pisch hard_glas0.8	9,34E-05	2,15E-03	1,67E-06	9,78E-02	2,72E+00	2,82E+00	5,78E-05	8,33E-08	-2,65E-03	2,65E-03	3,03E+00
houttherm_ges childerd_glas0. 8	9,82E-05	5,58E-04	1,74E-06	8,63E-02	2,88E+00	2,95E+00	8,15E-06	2,10E-07	1,76E-07	2,43E-08	3,24E+00
PVC_glas1.1_ veilig	1,08E-04	5,96E-04	1,03E-06	3,80E-02	3,69E+00	3,80E+00	1,11E-07	7,62E-08	7,71E-08	8,85E-08	2,65E+00
PVC_glas1.1_ akoest	1,04E-04	5,77E-04	8,97E-07	3,68E-02	3,55E+00	3,67E+00	1,05E-07	7,54E-08	7,55E-08	8,83E-08	2,54E+00

	menselijke toxiciteit	fijnstof- vorming (PM)	lonis. straling (mens)	ecotox. (terres- trisch)	ecotox. (zoet water)	ecotox. (mariene)	land- bezetting (bos)	land- bezetting (urbaan)	land- omvorm. (natuur)	landom- vorming (regen- woud)	water
	DALY	DALY	DALY	kg 1,4- DB eq	kg 1,4- DB eq	kg 1,4- DB eq	species. yr	species. yr	species. yr	species. yr	m3
<b>Binnendeur</b>											
D1_MDF	4,95E-04	2,73E-03	8,06E-06	1,39E+00	1,00E+01	1,06E+01	3,09E-02	4,13E-07	5,90E-07	1,85E-08	8,12E+00
D2_eik	1,98E-04	8,68E-03	3,08E-06	7,30E-01	4,10E+00	4,44E+00	4,66E-02	3,34E-06	-9,08E-03	9,08E-03	4,87E+00
D3_glas	5,06E-04	2,85E-03	8,47E-06	1,38E+00	1,04E+01	1,09E+01	3,76E-03	4,12E-07	5,96E-07	1,26E-08	8,60E+00





## Bijlage 6. Lijst van tabellen

Tabel 1: Transportscenario's voor verschillende groepen hout .....	18
Tabel 2: Aangenomen beladingsgraad voor de berekening van de milieu-impact per tonkm voor verschillende transportmiddelen (Spielman et al 2007).....	19
Tabel 3: Algemeen scenario voor het transport van bouwmaterialen van de fabriek naar de werf. ....	20
Tabel 4 Afvalscenario's voor de 26 afvalcategorieën die binnen dit project beschouwd worden. ....	27
Tabel 5: Geselecteerde CEN milieu-indicatoren met inbegrip van de eenheden en milieu-impactmethoden voor de individuele milieuscores. ....	31
Tabel 6: Geselecteerde CEN+ milieu-indicatoren met inbegrip van de eenheden en milieu-impactmethoden voor de individuele milieuscores. ....	32
Tabel 7: Geselecteerde CEN milieu-indicatoren met inbegrip van de eenheden en milieu-impactmethoden voor de geaggregeerde milieuscore.....	33
Tabel 8: Geselecteerde CEN milieu-indicatoren met inbegrip van de eenheden en milieu-impactmethoden voor de geaggregeerde milieuscore.....	34
Tabel 9: overzicht van monetaire waarden (mediaan, minimum, maximum) voor de CEN indicatoren.....	43
Tabel 10: overzicht van monetaire waarden (mediaan, minimum, maximum) voor de CEN+ indicatoren.....	43
Tabel 11: Overzicht van de 12 materiaalcategorieën, aangevuld met de categorie 'no transport', die binnen dit project beschouwd worden.....	57
Tabel 12: Overzicht van de 26 afvalcategorieën, aangevuld met de categorie 'no waste', die binnen dit project beschouwd worden.....	59
Tabel 13: productiesamenstelling van 1kg EPDM (Morton 1987, IVAM 2001) .....	90
Tabel 14: overzicht van de varianten "vloer op volle grond" .....	152
Tabel 15: overzicht van de varianten "buitenwand" .....	153
Tabel 16: overzicht van de varianten "buitenwand" (vervolg) .....	154
Tabel 17: overzicht van de varianten "verdiepingsvloer" .....	154
Tabel 18: overzicht van de varianten "verdiepingsvloer" (vervolg) .....	155
Tabel 19: overzicht van de varianten "niet- dragende binnenwanden".....	155
Tabel 20: overzicht van de varianten "dragende binnenwanden" .....	156
Tabel 21: overzicht van de varianten "plat dak" .....	156
Tabel 22: overzicht van de varianten "hellend dak" (45°) .....	157
Tabel 23: overzicht van de varianten "raamopeningen" (inclusief schrijnwerk).....	158
Tabel 24: overzicht van de varianten "trappen" .....	158
Tabel 25: overzicht van de varianten "verdiepingsvloer tussen 2 woningen" .....	159
Tabel 26: overzicht van de varianten "binnenschrijnwerk" .....	159
Tabel 27: Overzicht van de verschillende scenario's voor de gevoeligheidsanalyse betreffende het transport van bouwmaterialen van fabriek tot werf. ....	181
Tabel 28: Overzicht van de verschillende scenario's voor de gevoeligheidsanalyse betreffende het transport van bouw- en sloopafval van werf tot EOL en de EOL-behandeling van het afval. ....	183
Tabel 29: Kengetallenreeks voor externe kosten van de voornaamste broeikasgassen voor emissies in periode 2010-2050. (De Nocker et al 2010).....	204

Tabel 30: Externe kosten van verzurende emissies voor thema verzuring (euro /kg SO <sub>2</sub> eq) op basis van De Nocker et al (2010) en Goedkoop et al (2009).....	207
Tabel 31: Externe kosten voor uitstoot 1 kg NMVOS, Vlaanderen (euro/kg NMVOS) op basis van De Nocker et al (2011) .....	211
Tabel 32: Milieuschadetekosten van fijnstofvorming voor emissies in Vlaanderen (in euro/kg) volgens De Nocker et al (2010) .....	214
Tabel 33: Aangepaste lijst met “fate en effect” factoren voor effecten van vorming fijn stof op volksgezondheid. ....	215
Tabel 34: Aangepaste lijst met “fate en effect” factoren voor effecten van vorming fijn stof op volksgezondheid. (vervolg) .....	216
Tabel 35: Netto waardeverlies aan ecosysteemdiensten bij nieuw landgebruik op basis van Braat en ten Brink (2008). ....	217
Tabel 36: Waardeverlies aan ecosysteemdiensten door verlies aan natuurlijk landgebruik op basis van Braat en ten Brink (2008). ....	218
Tabel 37: Waardewinst aan ecosysteemdiensten door nieuw landgebruik op basis van Braat en ten Brink (2008). ....	218

## Bijlage 7. Lijst van figuren

Figuur 1: Overzicht van de beschouwde levenscyclusfases en systeemgrenzen binnen de Europese norm EN 15978:2011 ( <a href="#">CEN 2011a</a> )	15
Figuur 2: Algemene modellering van afvalverwerking na ontmanteling of afbraak.	22
Figuur 3: Specifieke modellering voor inert bouw- en sloopafval.	23
Figuur 4 Specifieke modellering voor metallisch bouw- en sloopafval.	23
Figuur 5 Specifieke modellering voor cellenbetonbouw- en sloopafval.	24
Figuur 6: een keteneffectbenadering om de schadekosten van fijnstofvorming te bepalen, op basis van ( <a href="#">CE Delft 2010</a> )	38
Figuur 7: stappen en instrumenten nodig om de preventiekosten te bepalen ten aanzien van klimaatverandering	39
Figuur 8: illustratie van een marginale kostencurve: reductiekosten uitgedrukt per cumulatieve reductie-ingreep	40
Figuur 9: Illustratie van de hiërarchische structuur van het rekenmodel met de vier analyseniveaus.	45
Figuur 10: Overzicht van de drie opeenvolgende stappen, waarin achtereenvolgens de databanken op materiaal-, verwerkt materiaal- en elementniveau opgesteld worden. Een visualisatie van de resultaten op elk niveau vertegenwoordigt een vierde stap.	47
Figuur 11: Overzicht van de structuur en de bijhorende databanken binnen het expert-rekenmodel.	47
Figuur 12: Ter illustratie: schermafdruck van een deel van de databank materialen met zijn verschillende onderdelen.	48
Figuur 13: Ter illustratie: schermafdruck van een deel van de lijst van (bouw)materialen en processen in de Databank Materialen.	48
Figuur 14: Ter illustratie: schermafdruck van een deel van de lijst van (bouw)materialen en processen in de Databank Materialen en de overeenkomende materiaal- en afvalcategorieën en EOL-processen (storten en verbranden).	50
Figuur 15: Ter illustratie: schermafdruck van een deel van de karakterisatieresultaten van de individuele milieu-indicatoren voor een deel van de in de Databank Materialen opgelijste (bouw)materialen en processen.	50
Figuur 16: Ter illustratie: schermafdruck van een deel van de individuele scores van de individuele milieu-indicatoren voor een deel van de in de Databank Materialen opgelijste (bouw)materialen en processen tijdens de productiefase. De oranje kolommen worden gebruikt voor verdere monetarisatie van de resultaten.	51
Figuur 17: Ter illustratie: schermafdruck van een deel van de gemonetariseerde scores voor de individuele milieu-indicatoren voor een deel van de in de Databank Materialen opgelijste (bouw)materialen en processen.	52
Figuur 18: Ter illustratie: schermafdruck van de gemonetariseerde eindscores voor de CEN en CEN+ indicatoren en hun totaal voor een deel van de in de Databank Materialen opgelijste (bouw)materialen en processen.	52
Figuur 19: Ter illustratie: schermafdruck van de Databank Monetarisatie met overzicht van de gemiddelde, minimum en maximum monetarisatiefactoren voor de individuele milieu-indicatoren.	53
Figuur 20: Ter illustratie: schermafdruck van de Databank Energie met overzicht van de beschouwde energiedrager.	54
Figuur 21: Ter illustratie: schermafdruck van de Databank Energie met overzicht van een deel van de karakterisatie- (uitgedrukt in verschillende eenheden per indicator) en gemonetariseerde resultaten (eco cost indicatoren, uitgedrukt in euro per eenheid) voor de individuele milieu-	

indicatoren voor de beschouwde energiedrager, alsook de geaggregeerde resultaten op CEN, CEN+ en totaalniveau (uitgedrukt in euro per eenheid). 54

Figuur 22: Ter illustratie: schermafdruck van de Databank Transport met overzicht van de verschillende transportmiddelen. 55

Figuur 23: Ter illustratie: schermafdruck van de Databank Transport met overzicht van de verschillende transportmiddelen en een deel van de resulterende milieu-impact (karakterisatie-, gemonetariseerde en geaggregeerde resultaten). 55

Figuur 24: Ter illustratie: schermafdruck van de Databank EOL met overzicht van een deel van de verschillende sorterings-, stort- en verbrandingsprocessen. 56

Figuur 25: Ter illustratie: schermafdruck van de Databank EOL met overzicht van een deel van de verschillende EOL-processen en hun resulterende milieu-impact (karakterisatie-, gemonetariseerde en geaggregeerde resultaten). 57

Figuur 26: Ter illustratie: schermafdruck van de Databank Initieel transport met overzicht van de verschillende materiaalcategorieën en hun overeenkomende transporttraject, transportvoertuigen en gemiddelde afstanden, zoals vastgelegd in de bepalingmethode in [Hoofdstuk 2](#) . 58

Figuur 27: Ter illustratie: schermafdruck van de Databank Initieel transport met overzicht van de verschillende materiaalcategorieën en een deel van hun overeenkomende milieu-impact, uitgedrukt als individuele, gemonetariseerde en geaggregeerde resultaten. 59

Figuur 28: Ter illustratie: schermafdruck van de Databank EOL transport en behandeling met overzicht van de 27 afvalcategorieën en hun overeenkomende sorteer- en EOL-scenario, transporttraject, transportvoertuig en gemiddelde afstand, zoals vastgelegd in de bepalingmethode in [Hoofdstuk 2](#) . 60

Figuur 29: Ter illustratie: schermafdruck van de Databank EOL transport en behandeling met overzicht van de verschillende afvalcategorieën en een deel van de overeenkomende milieu-impact, uitgedrukt als individuele, gemonetariseerde en geaggregeerde resultaten. 61

Figuur 30: Voorbeeld van de visualisatie van de resultaten op materiaalniveau: weergave van de milieu-impact van 1 kg EPDM, uitgedrukt per individuele milieu-indicator (X-as) en opgedeeld volgens de relatieve bijdrage van de verschillende levenscyclusfasen (i.e. productie, transport van fabriek tot werf, transport van werf tot EOL en EOL-behandeling; zie legende; uitgedrukt in % per eenheid materiaal) (Y-as). 62

Figuur 31: Voorbeeld van de visualisatie van de resultaten op materiaalniveau: weergave van de absolute milieu-impact van 1 kg EPDM, uitgedrukt in euro per eenheid materiaal en per individuele milieu-indicator (X-as) en opgedeeld volgens de absolute bijdrage van de verschillende levenscyclusfasen (i.e. productie, transport van fabriek tot werf, transport van werf tot EOL en EOL-behandeling; zie legende; eveneens uitgedrukt in euro per eenheid materiaal) (Y-as). 63

Figuur 32: Ter illustratie: schermafdruck van de Databank Verwerkte Materialen voor de buitenwand met overzicht van een deel van de verschillende verwerkte materialen en hun overeenkomstige BB/SfB code, functionele eenheid, samenstellende materialen en hun overeenkomstige materiaalrecord, berekening van de benodigde hoeveelheden per functionele eenheid en overige kenmerken (i.e. dikte en lambda- en R-waarden). 64

Figuur 33: Ter illustratie: schermafdruck van de Databank Verwerkte Materialen voor de buitenwand met overzicht van een deel van de verschillende verwerkte materialen en hun overeenkomstige schoonmaak- en onderhoudsscenario's. 65

Figuur 34: Ter illustratie: schermafdruck van de Databank Verwerkte Materialen voor de buitenwand met overzicht van een deel van de verschillende verwerkte materialen en hun overeenkomstige milieu-impact, uitgedrukt als karakterisatieresultaten (single indicatoren) en gemonetariseerde resultaten (eco cost indicatoren). 66

Figuur 35: Ter illustratie: schermafdruck van de Databank Verwerkte Materialen voor de buitenwand met overzicht van een deel van de verschillende verwerkte materialen en hun overeenkomstige milieu-impact, uitgedrukt als geaggregeerde resultaten (in euro per eenheid

verwerkt materiaal) voor de CEN en CEN+ indicatoren en voor het totaal, opgedeeld per levenscyclusfase. 67

Figuur 36: Ter illustratie: schermafdruck van de Databank Schoonmaak en Onderhoud met overzicht van een deel van de verschillende schoonmaak- en onderhoudsprocessen per gebouwelement, alsook de overeenkomstige functionele eenheid, deelactiviteiten en (materiaal/proces)records, berekening van de benodigde hoeveelheden per functionele eenheid en frequentie (uitgedrukt in aantal keer per jaar). 68

Figuur 37: Ter illustratie: schermafdruck van de Databank Schoonmaak en Onderhoud met overzicht van een deel van de verschillende schoonmaak- en onderhoudsprocessen en een deel van hun overeenkomstige milieu-impact per milieu-indicator, uitgedrukt als karakterisatieresultaten (verschillende eenheden per indicator), gemonetariseerde resultaten (in euro per eenheid verwerkt materiaal) en geaggregeerde resultaten (in euro per eenheid verwerkt materiaal). 69

Figuur 38: Voorbeeld van de visualisatie van de resultaten op verwerkt materiaalniveau: weergave van de milieu-impact van 1 m<sup>2</sup> gedeeltelijk verlijmd EPDM dakmembraan, uitgedrukt per individuele milieu-indicator (X-as) en opgedeeld volgens de relatieve bijdrage van de verschillende levenscyclusfasen (i.e. productie, transport van fabriek tot werf, afbraak, transport van werf tot EOL en EOL-behandeling; zie legende; uitgedrukt in % per eenheid verwerkt materiaal) (Y-as). 70

Figuur 39: Voorbeeld van de visualisatie van de resultaten op verwerkt materiaalniveau: weergave van de absolute milieu-impact van 1 m<sup>2</sup> gedeeltelijk verlijmd EPDM dakmembraan, uitgedrukt in euro per eenheid verwerkt materiaal (hier 1 m<sup>2</sup> plat dak) en per individuele milieu-indicator (X-as) en opgedeeld volgens de absolute bijdrage van de verschillende levenscyclusfasen (i.e. productie, transport van fabriek tot werf, afbraak, transport van werf tot EOL en EOL-behandeling; zie legende; eveneens uitgedrukt in euro per eenheid verwerkt materiaal) (Y-as). 71

Figuur 40: Voorbeeld van de visualisatie van de resultaten op verwerkt materiaalniveau: weergave van de absolute milieu-impact van 1 m<sup>2</sup> gedeeltelijk verlijmd EPDM dakmembraan, uitgedrukt voor alle CEN en CEN+ indicatoren, met opdeling per levenscyclusfase (i.e. productie, transport van fabriek tot werf, afbraak, transport van werf tot EOL en EOL-behandeling; zie grafiek A) of per individuele milieu-indicator (zie grafiek B). 71

Figuur 41: Voorbeeld van de visualisatie van de resultaten op verwerkt materiaalniveau: weergave van de milieu-impact van 1 m<sup>2</sup> gedeeltelijk verlijmd EPDM dakmembraan voor de productiefase, uitgedrukt per individuele milieu-indicator (X-as) en opgedeeld volgens de relatieve bijdrage van de verschillende samenstellende materialen (i.e. EPDM en lijm (butylgebaseerd); zie legende; uitgedrukt in % per eenheid verwerkt materiaal) (Y-as). 72

Figuur 42: Voorbeeld van de visualisatie van de resultaten op elementniveau: weergave van de absolute milieu-impact van 1 m<sup>2</sup> vloer op volle grond, uitgedrukt voor alle CEN en CEN+ indicatoren, met opdeling per individuele milieu-indicator. De resultaten voor de CEN indicatoren worden weergegeven onder de vorm van gearceerde balkjes, de resultaten voor de CEN+ indicatoren worden weergegeven onder de vorm van volledig gekleurde balkjes. 80

Figuur 43: Voorbeeld van de visualisatie van de resultaten op elementniveau: weergave van de absolute milieu-impact van 1 m<sup>2</sup> vloer op volle grond, uitgedrukt voor alle CEN en CEN+ indicatoren, met opdeling per levenscyclusfase (i.e. productie, transport van fabriek tot werf, constructie, schoonmaak, klein en groot onderhoud, vervangingen van subelementen en elementen, afbraak, transport van werf tot EOL, EOL-behandeling en verwarming). 81

Figuur 44: Voorbeeld van de visualisatie van de resultaten op elementniveau: weergave van de absolute milieu-impact van 1 m<sup>2</sup> vloer op volle grond, uitgedrukt in euro per m<sup>2</sup> vloer voor alle 16 individuele CEN en CEN+ indicatoren (X-as), met opdeling per levenscyclusfase (i.e. productie, transport van fabriek tot werf, constructie, schoonmaak, klein en groot onderhoud, vervangingen van subelementen en elementen, afbraak, transport van werf tot EOL, EOL-behandeling en verwarming) (Y-as). 82

Figuur 45: Voorbeeld van de visualisatie van de resultaten op elementniveau: weergave van de totale milieu-impact, uitgedrukt in euro per m<sup>2</sup> element, voor alle geselecteerde varianten voor

de vloer op volle grond, met opdeling volgens CEN en CEN+ indicatoren, exclusief verwarming, en CEN verwarming en CEN+ verwarming.	83
Figuur 46: Voorbeeld van de visualisatie van de resultaten op elementniveau: weergave van de totale milieu-impact, uitgedrukt in euro per m <sup>2</sup> element, voor alle geselecteerde varianten voor de vloer op volle grond, met opdeling volgens levenscyclusfase (i.e. productie, transport van fabriek tot werf, constructie, schoonmaak, klein en groot onderhoud, vervangingen van subelementen en elementen, afbraak, transport van werf tot EOL, EOL-behandeling en verwarming) en CEN en CEN+.	83
Figuur 47: Voorbeeld van de visualisatie van de resultaten op elementniveau: weergave van de totale milieu-impact, uitgedrukt in euro per m <sup>2</sup> element, voor alle geselecteerde varianten voor de vloer op volle grond, met opdeling volgens individuele milieu-indicator.	84
Figuur 48: Vergelijking tussen een vrijstaande bungalow en een beletagewoning in de rij (Loeckx et al., 1993).	85
Figuur 49: Toepassing van de elementenmethode op gebouwniveau.	85
Figuur 50: Toepassing van de elementenmethode op wijkniveau: verschillende mogelijke schakelingen van gebouwen met hun consequentie op de ruimtelijke context.	86
Figuur 51: relatieve bijdrage van 1kg EPDM tot individuele milieu-indicatoren, uitgedrukt per levenscyclusfase (gearceerd: CEN, vol: CEN+).	89
Figuur 52: absolute bijdrage van 1kg EPDM tot milieu-indicatoren, uitgedrukt in euro per levenscyclusfase (gearceerd: CEN, vol: CEN+).	89
Figuur 53: relatieve bijdrage van 1kg cellenbeton tot individuele milieu-indicatoren, uitgedrukt per levenscyclusfase (gearceerd: CEN, vol: CEN+).	91
Figuur 54: absolute bijdrage van 1kg cellenbeton tot milieu-indicatoren, uitgedrukt in euro per levenscyclusfase (gearceerd: CEN, vol: CEN+).	91
Figuur 55: relatieve bijdrage van 1kg cellulosevlokken tot individuele milieu-indicatoren, uitgedrukt per levenscyclusfase (gearceerd: CEN, vol: CEN+).	93
Figuur 56: absolute bijdrage van 1kg cellulosevlokken tot milieu-indicatoren, uitgedrukt in euro per levenscyclusfase (gearceerd: CEN, vol: CEN+).	93
Figuur 57: relatieve bijdrage van 1kg betonstaal tot individuele milieu-indicatoren, uitgedrukt per levenscyclusfase (gearceerd: CEN, vol: CEN+).	95
Figuur 58: absolute bijdrage van 1kg betonstaal tot milieu-indicatoren, uitgedrukt in euro per levenscyclusfase (gearceerd: CEN, vol: CEN+).	95
Figuur 59: relatieve bijdrage van 1m <sup>3</sup> gewoon stortbeton tot individuele milieu-indicatoren, uitgedrukt per levenscyclusfase (gearceerd: CEN, vol: CEN+).	97
Figuur 60: absolute bijdrage van 1m <sup>3</sup> gewoon stortbeton tot milieu-indicatoren, uitgedrukt in euro per levenscyclusfase (gearceerd: CEN, vol: CEN+).	97
Figuur 61: relatieve bijdrage van 1kg gerecycleerd stortbeton tot individuele milieu-indicatoren, uitgedrukt per levenscyclusfase (gearceerd: CEN, vol: CEN+).	99
Figuur 62: absolute bijdrage van 1m <sup>3</sup> gerecycleerd stortbeton tot milieu-indicatoren, uitgedrukt in euro per levenscyclusfase (gearceerd: CEN, vol: CEN+).	99
Figuur 63: relatieve bijdrage van 1kg gezaagd zachthout volgens de Belgisch houtmix tot individuele milieu-indicatoren, uitgedrukt per levenscyclusfase (gearceerd: CEN, vol: CEN+).	101
Figuur 64: absolute bijdrage van 1m <sup>3</sup> gezaagd zachthout volgens de Belgisch houtmix tot milieu-indicatoren, uitgedrukt in euro per levenscyclusfase (gearceerd: CEN, vol: CEN+).	101
Figuur 65: relatieve bijdrage van 1kg snelbouwbaksteen tot individuele milieu-indicatoren, uitgedrukt per levenscyclusfase (gearceerd: CEN, vol: CEN+).	103
Figuur 66: absolute bijdrage van 1kg snelbouwbaksteen tot milieu-indicatoren, uitgedrukt in euro per levenscyclusfase (gearceerd: CEN, vol: CEN+).	103
Figuur 67: relatieve bijdrage van 1kg rotswol tot individuele milieu-indicatoren, uitgedrukt per levenscyclusfase (gearceerd: CEN, vol: CEN+).	105

Figuur 68: absolute bijdrage van 1kg rotswol tot milieu-indicatoren, uitgedrukt in euro per levenscyclusfase (gearceerd: CEN, vol: CEN+).	105
Figuur 69: relatieve bijdrage van 1kg PUR (hard) tot individuele milieu-indicatoren, uitgedrukt per levenscyclusfase (gearceerd: CEN, vol: CEN+).	107
Figuur 70: absolute bijdrage van 1kg PUR (hard) tot milieu-indicatoren, uitgedrukt in euro per levenscyclusfase (gearceerd: CEN, vol: CEN+).	107
Figuur 71: relatieve bijdrage van 1 m <sup>2</sup> gedeeltelijk verlijmd EPDM dakmembraan, uitgedrukt per levenscyclusfase (gearceerd: CEN, vol: CEN+).	113
Figuur 72: absolute bijdrage van 1 m <sup>2</sup> gedeeltelijk verlijmd EPDM dakmembraan, uitgedrukt in euro en per levenscyclusfase (gearceerd: CEN, vol: CEN+).	113
Figuur 73: relatieve bijdrage van 1 m <sup>2</sup> gedeeltelijk verlijmd EPDM dakmembraan, uitgedrukt per samenstellend materiaal voor de productiefase (gearceerd: CEN, vol: CEN+).	114
Figuur 74: relatieve bijdrage van 1 m <sup>2</sup> gedeeltelijk verlijmd EPDM dakmembraan, uitgedrukt per samenstellend materiaal voor de EOL-fase (gearceerd: CEN, vol: CEN+).	114
Figuur 75: relatieve bijdrage van 1 m <sup>2</sup> gewapende betonplaat, uitgedrukt per levenscyclusfase (gearceerd: CEN, vol: CEN+).	116
Figuur 76: absolute bijdrage van 1 m <sup>2</sup> gewapende betonplaat, uitgedrukt in euro en per levenscyclusfase (gearceerd: CEN, vol: CEN+).	116
Figuur 77: relatieve bijdrage van 1 m <sup>2</sup> gewapende betonplaat, uitgedrukt per samenstellend materiaal voor de productiefase (gearceerd: CEN, vol: CEN+).	117
Figuur 78: relatieve bijdrage van 1 m <sup>2</sup> gewapende betonplaat, uitgedrukt per samenstellend materiaal voor de EOL-fase (gearceerd: CEN, vol: CEN+).	117
Figuur 79: relatieve bijdrage van 1 m <sup>2</sup> betonnen welfsels met druklaag, uitgedrukt per levenscyclusfase (gearceerd: CEN, vol: CEN+).	120
Figuur 80: absolute bijdrage van 1 m <sup>2</sup> betonnen welfsels met druklaag, uitgedrukt in euro en per levenscyclusfase (gearceerd: CEN, vol: CEN+).	120
Figuur 81: relatieve bijdrage van 1 m <sup>2</sup> betonnen welfsels met druklaag, uitgedrukt per samenstellend materiaal voor de productiefase (gearceerd: CEN, vol: CEN+).	121
Figuur 82: relatieve bijdrage van 1 m <sup>2</sup> betonnen welfsels met druklaag, uitgedrukt per samenstellend materiaal voor de EOL-fase (gearceerd: CEN, vol: CEN+).	121
Figuur 83: relatieve bijdrage van 1 m <sup>2</sup> gelijmde kurken vloerbedekking, uitgedrukt per levenscyclusfase (gearceerd: CEN, vol: CEN+).	124
Figuur 84: absolute bijdrage van 1 m <sup>2</sup> gelijmde kurken vloerbedekking, uitgedrukt in euro en per levenscyclusfase (gearceerd: CEN, vol: CEN+).	124
Figuur 85: relatieve bijdrage van 1 m <sup>2</sup> gelijmde kurken vloerbedekking, uitgedrukt per samenstellend materiaal voor de productiefase (gearceerd: CEN, vol: CEN+).	125
Figuur 86: relatieve bijdrage van 1 m <sup>2</sup> gelijmde kurken vloerbedekking, uitgedrukt per samenstellend materiaal voor de EOL-fase (gearceerd: CEN, vol: CEN+).	125
Figuur 87: relatieve bijdrage van 1 m <sup>2</sup> gelijmde cellenbetonwand, uitgedrukt per levenscyclusfase (gearceerd: CEN, vol: CEN+).	128
Figuur 88: absolute bijdrage van 1 m <sup>2</sup> gelijmde cellenbetonwand, uitgedrukt in euro en per levenscyclusfase (gearceerd: CEN, vol: CEN+).	128
Figuur 89: relatieve bijdrage van 1 m <sup>2</sup> gelijmde cellenbetonwand, uitgedrukt per samenstellend materiaal voor de productiefase (gearceerd: CEN, vol: CEN+).	129
Figuur 90: relatieve bijdrage van 1 m <sup>2</sup> gelijmde cellenbetonwand, uitgedrukt per samenstellend materiaal voor de EOL-fase (gearceerd: CEN, vol: CEN+).	129
Figuur 91: relatieve bijdrage van 1 m <sup>2</sup> gemetste snelbouwbaksteenwand, uitgedrukt per levenscyclusfase (gearceerd: CEN, vol: CEN+).	131

Figuur 92: absolute bijdrage van 1 m <sup>2</sup> gemetste snelbouwbaksteenwand, uitgedrukt in euro en per levenscyclusfase (gearceerd: CEN, vol: CEN+).	131
Figuur 93: relatieve bijdrage van 1 m <sup>2</sup> gemetste snelbouwbaksteenwand, uitgedrukt per samenstellend materiaal voor de productiefase (gearceerd: CEN, vol: CEN+).	132
Figuur 94: relatieve bijdrage van 1 m <sup>2</sup> gemetste snelbouwbaksteenwand, uitgedrukt per samenstellend materiaal voor de EOL-fase (gearceerd: CEN, vol: CEN+).	132
Figuur 95: relatieve bijdrage van 1 m <sup>2</sup> houtskelet met cellulose, uitgedrukt per levenscyclusfase (gearceerd: CEN, vol: CEN+).	134
Figuur 96: absolute bijdrage van 1 m <sup>2</sup> houtskelet met cellulose, uitgedrukt in euro en per levenscyclusfase (gearceerd: CEN, vol: CEN+).	134
Figuur 97: relatieve bijdrage van 1 m <sup>2</sup> houtskelet met cellulose, uitgedrukt per samenstellend materiaal voor de productiefase (gearceerd: CEN, vol: CEN+).	135
Figuur 98: relatieve bijdrage van 1 m <sup>2</sup> houtskelet met cellulose, uitgedrukt per samenstellend materiaal voor de EOL-fase (gearceerd: CEN, vol: CEN+).	135
Figuur 99: relatieve bijdrage van 1 m <sup>2</sup> stucco op geëxpandeerde polystyreenplaten, uitgedrukt per levenscyclusfase (gearceerd: CEN, vol: CEN+).	138
Figuur 100: absolute bijdrage van 1 m <sup>2</sup> stucco op geëxpandeerde polystyreenplaten, uitgedrukt in euro en per levenscyclusfase (gearceerd: CEN, vol: CEN+).	138
Figuur 101: relatieve bijdrage van 1 m <sup>2</sup> stucco op geëxpandeerde polystyreenplaten, uitgedrukt per samenstellend materiaal voor de productiefase (gearceerd: CEN, vol: CEN+).	139
Figuur 102: relatieve bijdrage van 1 m <sup>2</sup> stucco op geëxpandeerde polystyreenplaten, uitgedrukt per samenstellend materiaal voor de EOL-fase (gearceerd: CEN, vol: CEN+).	139
Figuur 103: relatieve bijdrage van 1 m <sup>2</sup> gipskartonplaat op houten onderstructuur, uitgedrukt per levenscyclusfase (gearceerd: CEN, vol: CEN+).	142
Figuur 104: absolute bijdrage van 1 m <sup>2</sup> gipskartonplaat op houten onderstructuur, uitgedrukt in euro en per levenscyclusfase (gearceerd: CEN, vol: CEN+).	142
Figuur 105: relatieve bijdrage van 1 m <sup>2</sup> gipskartonplaat op houten onderstructuur, uitgedrukt per samenstellend materiaal voor de productiefase (gearceerd: CEN, vol: CEN+).	143
Figuur 106: relatieve bijdrage van 1 m <sup>2</sup> gipskartonplaat op houten onderstructuur, uitgedrukt per samenstellend materiaal voor de EOL-fase (gearceerd: CEN, vol: CEN+).	143
Figuur 107: relatieve bijdrage van 1 m <sup>2</sup> gipspleister, uitgedrukt per levenscyclusfase (gearceerd: CEN, vol: CEN+).	146
Figuur 108: absolute bijdrage van 1 m <sup>2</sup> gipspleister, uitgedrukt in euro en per levenscyclusfase (gearceerd: CEN, vol: CEN+).	146
Figuur 109: relatieve bijdrage van 1 m <sup>2</sup> gipspleister, uitgedrukt per samenstellend materiaal voor de productiefase (gearceerd: CEN, vol: CEN+).	147
Figuur 110: relatieve bijdrage van 1 m <sup>2</sup> gipspleister, uitgedrukt per samenstellend materiaal voor de EOL-fase (gearceerd: CEN, vol: CEN+).	147
Figuur 111: Geaggregeerd milieu-profiel (opgesplitst in CEN en CEN+) van één gebouwelementvariant per milieu-indicator, uitgedrukt in monetaire eenheden.	160
Figuur 112: Geaggregeerde milieu-profiel (opgesplitst in CEN en CEN+) van één gebouwelementvariant per levenscyclusfase, uitgedrukt in monetaire eenheden.	161
Figuur 113: Geaggregeerd milieu-profiel (opgesplitst in CEN en CEN+) per levenscyclusfase en per individuele milieu-indicator, uitgedrukt in monetaire eenheden.	162
Figuur 114: De bijdrage van de verschillende "verwerkte materialen" tot het geaggregeerd milieu-profiel van een elementvariant voor één bepaalde levenscyclusfase (hier: productie)	163
Figuur 115: Geaggregeerde milieuprofielen (opgesplitst in CEN en CEN+) van meerdere gebouwelementvarianten, uitgedrukt in monetaire eenheden, waarbij het onderscheid gemaakt	



wordt tussen zuiver materiaalgerelateerde en warmtetransmissiegerelateerde milieu-impacten.	164
Figuur 116: Geaggregeerde milieuprofielen (opgesplitst in CEN en CEN+) voor meerdere gebouwelementvarianten per milieu-indicator, uitgedrukt in monetaire eenheden.	164
Figuur 117: Geaggregeerde milieuprofielen (opgesplitst in CEN en CEN+) per levenscyclusfase, uitgedrukt in monetaire eenheden.	165
Figuur 118: geaggregeerde milieuprofielen van de verschillende elementvarianten voor de buitenwand: (boven) globaal, (midden) per levenscyclusfase en (onder) per milieu-indicator	166
Figuur 119: geaggregeerde milieuprofielen van de verschillende elementvarianten voor de dragende binnenwand: (boven) globaal, (midden) per levenscyclusfase en (onder) per milieu-indicator	167
Figuur 120: geaggregeerde milieuprofielen van de verschillende elementvarianten voor de niet-dragende binnenwand: (boven) globaal, (midden) per levenscyclusfase en (onder) per milieu-indicator	168
Figuur 121: geaggregeerde milieuprofielen van de verschillende elementvarianten voor het plat dak: (boven) globaal, (midden) per levenscyclusfase en (onder) per milieu-indicator	169
Figuur 122: geaggregeerde milieuprofielen van de verschillende elementvarianten voor het hellend dak: (boven) globaal, (midden) per levenscyclusfase en (onder) per milieu-indicator	170
Figuur 123: Het effect op "klimaatverandering", uitgedrukt in CO <sub>2</sub> equivalenten, van 1m <sup>2</sup> buitenwand voor verschillende varianten.	171
Figuur 124: Het aandeel van de verschillende fasen (van productie tot EOL, inclusief verwarming) in de verschillende individuele milieu indicatoren voor een houtskeletbouw wand met 14 cm rotswol isolatie.	172
Figuur 125: Het aandeel van de verschillende fasen (van productie tot EOL, inclusief verwarming) in gemonetariseerde milieu indicatoren voor een houtskeletbouw wand met 14 cm rotswol isolatie.	172
Figuur 126: Het aandeel van de verschillende verwerkte materialen voor de fase "productie" in de verschillende individuele milieu-indicatoren voor een houtskeletbouw wand met 14 cm rotswol isolatie.	173
Figuur 127: stapsgewijze verandering van de voorstelling van (geaggregeerde) milieuprofielen van verschillende gebouwelementvarianten (hier: vloer op volle grond) om de gevoeligheid van de resultaten te onderzoeken.	176
Figuur 128: Overzicht van de resultaten van de gevoeligheidsanalyse van alle geanalyseerde elementvarianten voor de vloer op volle grond (uitgedrukt in euro per m <sup>2</sup> vloer).	177
Figuur 129: Overzicht van de resultaten van de gevoeligheidsanalyse van alle geanalyseerde elementvarianten voor de buitenwand (uitgedrukt in euro per m <sup>2</sup> buitenwand).	177
Figuur 130: Overzicht van de resultaten van de gevoeligheidsanalyse van alle geanalyseerde elementvarianten voor de dragende binnenwand (uitgedrukt in euro per m <sup>2</sup> dragende binnenwand).	177
Figuur 131: Overzicht van de resultaten van de gevoeligheidsanalyse van alle geanalyseerde elementvarianten voor de niet-dragende binnenwand (uitgedrukt in euro per m <sup>2</sup> niet-dragende binnenwand).	178
Figuur 132: Overzicht van de resultaten van de gevoeligheidsanalyse van alle geanalyseerde elementvarianten voor de binnenvloer (uitgedrukt in euro per m <sup>2</sup> per binnenvloer).	178
Figuur 133: Overzicht van de resultaten van de gevoeligheidsanalyse van alle geanalyseerde elementvarianten voor de binnentrap (uitgedrukt in euro per m <sup>2</sup> binnentrap).	178
Figuur 134: Overzicht van de resultaten van de gevoeligheidsanalyse van alle geanalyseerde elementvarianten voor het plat dak (uitgedrukt in euro per m <sup>2</sup> plat dak).	179

Figuur 135: Overzicht van de resultaten van de gevoeligheidsanalyse van alle geanalyseerde elementvarianten voor het dakschild van het hellend dak (uitgedrukt in euro per m <sup>2</sup> hellend dak).	179
Figuur 136: Overzicht van de resultaten van de gevoeligheidsanalyse van alle geanalyseerde elementvarianten voor de binnendeur (uitgedrukt in euro per m <sup>2</sup> binnendeur).	179
Figuur 137: Overzicht van de resultaten van de gevoeligheidsanalyse van alle geanalyseerde elementvarianten voor het raam, exclusief warmtehuishouding (uitgedrukt in euro per m <sup>2</sup> raam).	180
Figuur 138: Detailweergave van de resultaten van de gevoeligheidsanalyse van alle geanalyseerde elementvarianten voor de buitenwand (uitgedrukt in euro per buitenwand)	182
Figuur 139: Detailweergave van de resultaten van de gevoeligheidsanalyse van alle geanalyseerde elementvarianten voor de dragende binnenwand (uitgedrukt in euro per buitenwand)	183
Figuur 140: overzicht van de gemiddelde spreiding van de resultaten per parameter of scenario ten opzicht van de referentiesituatie	185
Figuur 141: gemiddelde spreiding van de milieukosten voor een abstract gebouwelementvariant ten aanzien van alle gevoeligheidsanalyses	186
Figuur 142: overzicht van de beleidsdomeinen van de verschillende milieuadministraties die betrokken werden bij de bepaling van de milieu-indicatoren voor het MMG-project.	187
Figuur 143: peiling van het belang van milieuthema's binnen het beleidsdomein	188
Figuur 144: peiling van het belang van CEN en CEN+ indicatoren binnen het beleidsdomein	188
Figuur 145 Overzicht van de preventiekosten van CO <sub>2</sub> emissies uit modelstudies bij verschillende aannames (in euro/ton CO <sub>2</sub> eq.). Bron: Vito, 2011, op basis van ( <a href="#">De Nocker et al, 2010</a> )	205
Figuur 146 : Milieuschadetekosten klimaatverandering volgens verschillende modellen voor emissies in verschillende jaren (2005 tot 2095). (in euro2009 / ton CO <sub>2</sub> -eq ). Bron : Vito, 2010 , op basis van ( <a href="#">Antroff, 2007; Watkiss 2005</a> )	205
Figuur 147: LCI-fiche - inleiding	221
Figuur 148: LCI-fiche - algemene informatie	222
Figuur 149: LCI-fiche - inputstromen: productie van bouwmaterialen (grondstoffen)	222
Figuur 150: LCI-fiche - inputstromen: productie van bouwmaterialen (water, energie en verpakkingsmaterialen)	223
Figuur 151: LCI-fiche - outputstromen: productie van bouwmaterialen (emissies naar lucht en water, afval en andere stromen)	224
Figuur 152: LCI-fiche - van poort tot graf: transport tot de werf	225
Figuur 153: LCI-fiche - van poort tot graf: andere processen op de werf (inputstromen: hulpmaterialen)	225
Figuur 154: LCI-fiche - van poort tot graf: andere processen op de werf (inputstromen: water en energie)	226
Figuur 155: LCI-fiche - van poort tot graf: andere processen op de werf (outputstromen: emissies tot lucht en water en afval)	227
Figuur 156: LCI-fiche - van poort tot graf: onderhoud (inputstromen: hulpmaterialen, water en energie)	228
Figuur 157: LCI-fiche - van poort tot graf: onderhoud (outputstromen: emissies naar lucht, water en afval)	229
Figuur 158: LCI-fiche - van poort tot graf: end-of-life (scenario's en transport naar de end-of-life-verwerkingsite)	230
Figuur 159: relatieve bijdrage van 1m <sup>2</sup> glaswol van ISOVER tot individuele milieu-indicatoren, uitgedrukt per levenscyclusfase.	232

Figuur 160: absolute bijdrage van 1m <sup>2</sup> glaswol van ISOVER tot milieu-indicatoren, uitgedrukt in euro per levenscyclusfase.	232
Figuur 161: relatieve bijdrage van 1m <sup>2</sup> Rockwool tot individuele milieu-indicatoren, uitgedrukt per levenscyclusfase.	234
Figuur 162: absolute bijdrage van 1m <sup>2</sup> Rockwool tot milieu-indicatoren, uitgedrukt in euro per levenscyclusfase.	234
Figuur 163: relatieve bijdrage van 1kg Eternit leien tot individuele milieu-indicatoren, uitgedrukt per levenscyclusfase.	236
Figuur 164: absolute bijdrage van 1kg Eternit leien tot milieu-indicatoren, uitgedrukt in euro per levenscyclusfase.	236
Figuur 165: relatieve bijdrage van 1kg snelbouwsteen (BBF) tot individuele milieu-indicatoren, uitgedrukt per levenscyclusfase (cradle-to-gate).	238
Figuur 166: absolute bijdrage van 1kg snelbouwsteen tot milieu-indicatoren, uitgedrukt in euro per levenscyclusfase (cradle-to-gate).	238
Figuur 167: relatieve bijdrage van 1kg lichtgewicht snelbouwsteen (BBF) tot individuele milieu-indicatoren, uitgedrukt per levenscyclusfase (cradle-to-gate).	240
Figuur 168: absolute bijdrage van 1kg lichtgewicht snelbouwsteen tot milieu-indicatoren, uitgedrukt in euro per levenscyclusfase (cradle-to-gate).	240
Figuur 169: relatieve bijdrage van 1kg gevelsteen (BBF) tot individuele milieu-indicatoren, uitgedrukt per levenscyclusfase (cradle-to-gate).	242
Figuur 170: absolute bijdrage van 1kg gevelsteen (BBF) tot milieu-indicatoren, uitgedrukt in euro per levenscyclusfase (cradle-to-gate).	242
Figuur 171: relatieve bijdrage van 1kg kleidakpannen (BBF) tot individuele milieu-indicatoren, uitgedrukt per levenscyclusfase (cradle-to-gate).	244
Figuur 172: absolute bijdrage van 1kg kleidakpannen (BBF) tot milieu-indicatoren, uitgedrukt in euro per levenscyclusfase (cradle-to-gate).	244



## Bijlage 8. Bibliografie

Allacker K., De Troyer F., Trigaux D., Geerken T., Debacker W., Spirinckx C., Van Dessel J., Janssen A., Delem L., Putzeys K. (2011), *Sustainability, Financial and Quality evaluation of Dwelling types "SuFiQuaD", Final Report*, Belgian Science Policy, Research Programme Science for a Sustainable Development, Brussels, 107 p.

Allacker K. (2010), *Sustainable building, the development of an evaluation method*, Doctoraatsproefschrift aan de faculteit Ingenieurswetenschappen van de K.U.Leuven, K.U.Leuven, 484 p.

ALBON (2008), *Het Algemeen Oppervlaktedelfstoffenplan*, Vlaamse Overheid – Departement Leefmilieu, Natuur en Energie - Afdeling Land en Bodembescherming, Ondergrond, Natuurlijke Rijkdommen (ALBON), juli 2008, 198p.

Anthoff D., NEEDS Project, FP6, of Greenhouse gas emissions", 2007.

Bickel, P. Friedrich, R., (Eds.), 2001. Environmental External Costs of Transport. Springer, Amsterdam.

BCIS (2006), Life Expectancy of Building Components - Surveyors' experiences of buildings in use - A practical guide, Connolly-Manton Ltd, London, 353 pages.

Braat, L. and Ten Brink, P. (eds.) with J. Bakkes, K. Bolt, I. Braeuer, B. ten Brink, A. Chiabai, H. Ding, H. Gerdes, M., Jeuken, M. Kettunen, U. Kirchholtes, C. Klok, A. Markandya, P. Nunes, M. van, Oorschot, N. Peralta-Bezerra, M. Rayment, C. Travisi, M. Walpole (2008). The Cost of Policy Inaction. The case of not meeting the 2010 biodiversity target. Report of the COPI project, Wageningen and Brussels, May 2008.

BRE (2011), *Green Guide to Specification*, webtool, latest update November 2011, BRE, UK, via <http://www.bre.co.uk/greenguide/>

Brin C. en van Grinsven H. (2011), Costs and benefits of nitrogen in the environment, in Sutton M.A. (2011), The European Nitrogen Assessment, Cambridge University Press, 2011, pp. 513-540

Broekx S., Meynaerts E., Vercaemst P., 2008. Milieukostenmodel Water voor Vlaanderen. Berekeningen voor het stroomgebiedbeheerplan 2009. Studie uitgevoerd in opdracht van het Vlaams Gewest 2009/RMA/R/146.

Broekx S, Smets S, Liekens I, Bulckaen D, Smets S, De Nocker L, *Designing a long-term flood risk management plan for the Scheldt estuary using a risk based approach*, Natural Hazards 2011, 57-2, p. 245-266.  
<http://www.springerlink.com/content/e43138836415t02n/>

CEN (2012), EN 15804 Sustainability of construction works – Environmental product declaration – Core rules for the product category of construction products

CEN (2011a), EN 15978 Sustainability assessment of construction works – assessment of environmental performance of buildings – calculation method

CEN (2011b), EN 15643-2, Sustainability of construction works – assessment of buildings – part 2: Framework for the assessment of environmental performance

CEN (2010), TR 15941 Sustainability of construction works – Environmental product declaration – Methodology for selection and use of generic data

Classen M., Althaus H.-J., Blaser S., Tuchschnid M., Jungbluth N., Doka G., Faist Emmengger M., Scharnhorst W. (2009), *Life Cycle Inventories of Metals. Final report ecoinvent data v2.1, No 10.*, EMPA Dübendorf, Swiss Centre for Life Cycle inventories, Dübendorf: ecoinvent

COPRO (2009), jaarverslag 2009

CSTC et al (1991), *Guide Pratique pour l'Entretien des Bâtiments*, Edition 1991, Collaboration entre le Conseil National de l'Ordre des Architectes, le Collège des Experts Architectes de Belgique, la Confédération Nationale de la Construction (C.N.C.), la Fédération Royale des Sociétés d'Architectes de Belgique (F.A.B.), le Bureau du Contrôle pour la Sécurité de la Construction (SECO) et le Centre Scientifique et Technique de la Construction (C.S.T.C.), D/1991/0611/3, 60 pages.

de Bruyn S.M, Korteland M.H, Markowska A.Z., Davidson M.D., de Jong F.L., Bles M., Sevenster M.N., 2010, Handboek Schaduwprijzen – Waardering en weging van emissies en milieueffecten, CE Delft, Delft

Delem, L., Spirinckx, C. (2009), Note on elaboration of refined methodology and workinstrument, chapter 1, §2.3 Methodology impact of building materials, SuFiQuaD, June 2009

Delem L., Van Dessel J., Debacker W., Spirinckx C., Allacker A., De Troyer F., 2011, Bepalingsmethode Milieugerelateerde Materiaalprestatie van gebouwelementen (MMG), voorbereidend rapport voor workshop, in opdracht van de OVAM.

den Hollander Th.G.M., Kuhlmann W.H., Steenhuis J.D. & Veldkamp I.H.J.T., (1993), *Woningbouwkosten - Groot onderhoud en renovatie*, nr. 3/1993, een uitgave van Misset bouw, een onderdeel van Uitgeversmaatschappij C.Misset bv., Doetinchem, Nederland, 305 blz.

De Nocker et al, 2010; Actualisering van de externe milieuschadetekosten (algemeen voor Vlaanderen) met betrekking tot luchtverontreiniging en klimaatverandering, Studie uitgevoerd in opdracht van VMM, MIRA. [www.milieurapport.be](http://www.milieurapport.be)

De Nocker L., S. Broekx, I. Liekens (2011), Economische waardering van verbetering ecologische toestand oppervlaktewater op basis van onderzoeksresultaten uit Aquamoney, Vito intern rapport 2011/RMA/R/248, 2011, 58 p.

De Troyer F., Neuckermans H., Havenne D., Simon F. (1990), BB/SfB Tabellen 1990, Brussel, Regie der Gebouwen, 135 p.

De Troyer F. (2008), Een functionele hiërarchie voor gebouwelementen, Leuven, Acco (ISBN 978-90-334-7106-3), 96 p.

De Troyer F. (2012), Bouweconomie en systeembouw, Leuven, ACCO, pagina H4-10 en H4-11

Deutsch F., Veldeman N., Vankerkom J., Peelaerts W., Buekers J., Torfs R., Fierens F., Vanpoucke C., Trimpeneers E., Vancraeynest L., Bossuyt M. (2010), Zwevend stof en fotochemische luchtverontreiniging. Visionair scenario Milieuverkenning 2030, studie uitgevoerd in opdracht van de Vlaamse Milieumaatschappij, MIRA, MIRA/2010/09, VITO.

Doka, G. (2009), *Life Cycle Inventories of Waste Treatment Services. Ecoinvent report No. 13.*, Swiss Centre for Life Cycle Inventories, Dübendorf: ecoinvent

EC, 1996, ExternE, Externalities of Energy, Volume 2: Methodology, Luxembourg : European Commission, 1996

EC, 2005, 5, ExternE - Externalities of Energy – Methodology 2005; Update. EUR 21951 EN. European Commission, Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg. 2005, ISBN 92-79-00423-9.

ecoinvent (2010), ecoinvent v2.2 database, [www.ecoinvent.org](http://www.ecoinvent.org)

European Union, EU waste framework directive 2008/98/EC in Official Journal of the European Union, L312/3 –L312/30

Exiopol (2011), A new accounting framework using externality data and input-output for policy analysis, bottom-up approach, FEEM, 2011 ([www.feem-project.net/exiopol/](http://www.feem-project.net/exiopol/))

Febelcem (2008), Standpunten, de Belgische cementindustrie

Federale Overheidsdienst (FOD) Economie (2009), *Eengemaakte technische specificaties – STS 04 Hout en plaarmaterialen op basis van hout – STS04.3 Behandelingen van het hout*, uitgave 2009, FOD Economie, Brussel, via [http://www.ctib-techn.be/useruploads/files/STS%2004-3\\_2009\(N\).pdf](http://www.ctib-techn.be/useruploads/files/STS%2004-3_2009(N).pdf)

FVSB (1997), Milieuhandleiding voor de algemene bouwaannemer op de werf - PRESTI-project, 1997.

Goedkoop M. en Spriensma R. (2000 ) , The Eco-indicator 99 A damage oriented method for Life Cycle Impact Assessment, Methodology Report, Second Edition, Pré Consultants, 2000, 142 p.

Goedkoop M, Heijungs R., Huijbregts M., De Schrijver A., Struijs J., van Zelm R., 2008, ReCiPe 2008 – A life cycle impact assessment method which comprises harmonised category indicators at the midpoint and the endpoint level – First edition – Report 1: characterisation, in order of Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer.

Goedkoop M., De Schrijver A., Oele M., Durksz S., de Roest D. (Pré Consultants) (2010), Introduction to LCA with SimaPro 7, Pré Consultants, Netherlands, November 2010, 88p.

Gren, I.-M. (2008). Costs and Benefits from Nutrient Reductions to the Baltic Sea. the Swedish Environmental Protection Agency, Stockholm, Sweden.

Havenne D., Simon F., De Troyer F., Neuckermans H. (1990), Tables BB/SfB 1990, Bruxelles, Régie des Bâtiments, 135 p.

Hayashi K., Nakagawa A., Itsubo N. en Inaba A. (2006), Expanded Damage Function of Stratospheric Ozone Depletion to Cover Major Endpoints Regarding Life Cycle Impact Assessment, in : The International Journal of Life Cycle Assessment , vol. 11, nr. 3, p. 150–161

Hegger M., Auch-Schwelk V., Fuchs M., Rosenkranz T., et al (2006), *Construction Materials Manual*, Basel: Birkhäuser.

Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) (2007), Climate Change 2007: Synthesis Report, 74p. via [http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/syr/ar4\\_syr.pdf](http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/syr/ar4_syr.pdf)

International Organization for Standardization (ISO) (2005), *Environmental management – Life cycle assessment Requirements and guidelines (ISO 14044 – Part 2)*, Geneva: ISO.

International Standardisation Organisation (ISO) (2006a), ISO 14040, 2006, *Environmental management – Life cycle assessment – Principles and framework*.

International Standardisation Organisation (ISO) (2006b), ISO 14044 (2006) *Environmental management – Life cycle assessment – Requirements and guidelines*.

IVAM (2001), IVAM LCA data 4.0, [www.ivam.uva.nl](http://www.ivam.uva.nl)

Jacobs, A., et al. (2005), Best Beschikbare technieken voor recyclage van bouw- en slooppuin, eindrapport, 140p. "Life Expectancy of Building Components - Surveyors' Experiences of Buildings in Use - A practical Guide", second (revised) edition, BCIS, London, UK, 2006, pp. 354

Janssen A., Putzeys K., Debacker W., Geerken T., Allacker K., De Troyer F. (2010), *Onderzoek naar mogelijke nieuwe bouwconcepten en het effect ervan op het gebruik van oppervlaktedelfstoffen*, studie in opdracht van Vlaamse Overheid – Departement Leefmilieu, Natuur en Energie - Afdeling Land en Bodembescherming, Ondergrond, Natuurlijke Rijkdommen (ALBON), 253p.

Joint Research Centre (JRC) of European Commission (2010) - Institute for Environment and Sustainability (IES), International Reference Life Cycle Data System (ILCD) Handbook - General guide for Life Cycle Assessment - Detailed guidance. First edition March 2010

Joint Research Centre (JRC) of European Commission (2011) - Institute for Environment and Sustainability (IES), International Reference Life Cycle Data System (ILCD) Handbook –



Recommendations for Life Cycle Impact Assessment in the European context – based on existing environmental impact assessment models and factors. First edition

Kuik, O., Brandera, L., Nikitina, N., Navrud, S., Magnussen, K., El Hadji, F., 2008. A Database of Studies on Energy-related External Costs due to Land Use Changes, Acidification and Eutrophication, Visual Intrusion and Climate Change. Delivery of FP6 Cases Project

Le Goffe, P. (1995): "The Benefits of Improvements in Coastal Water Quality: A Continuous Approach", *Journal of Environmental Management* 45, (4): 305-317.

Liekens I., De Nocker L., 2008. Rekenraamwerk voor de economische baten van een betere waterkwaliteit, VITO in opdracht van VMM, september 2008. <http://www.milieurapport.be> onderzoeksrapporten 2008

Liekens I., Schaafsma M., Staes J., Brouwer Roy, De Nocker L. en Meire P., 2009. Uitvoeren van een economische waarderingsstudie van natuurlandschappen voor gebruik in MKBA van infrastructuurprojecten. Rapport in opdracht van LNE, afdeling milieu-, natuur- en energiebeleid. VITO, 2009/RMA/R/308.

LNE (2007), milieubeleidskosten – begrippen en berekeningsmethoden, Vlaamse Overheid, LNE, 2007, [www.milieueconomie.lne.be](http://www.milieueconomie.lne.be), p. 27 e.v.

LNE, 2008 Milieubaten of milieuschadekosten-waarderingsstudies in Vlaanderen, Vlaamse overheid, Departement LNE, 2008, [www.milieueconomie.lne.be](http://www.milieueconomie.lne.be)

Loeckx A., Neuckermans H., Dillemans R., et. al. (1993), *Wegwijs Wonen*, Leuven, Davidsfonds, 398 p.

Maibach M., C. Schreyer, D. Sutter ; H.P. van Essen, B.H. Boon, R. Smokers, A. Schroten ; C. Doll ; B. Pawlowska, M. Bak (2008), *Handbook on estimation of external costs in the transport sector. Internalisation Measures and Policies for All external Costs of Transport (IMPACT)*, Version 1.1, Delft : CE Delft, 2008

Markandya, A., Nunes, P.A.L.D., Brauer, I., ten Brink, P. Kuik, O. and M. Rayment (2008) "Review On The Economics Of Biodiversity Loss – Economic Analysis and Synthesis", Final report for the European Commission, Venice, Italy. 140 pp.

MEA (2005). *Ecosystems and Human Well-being: Biodiversity Synthesis*, World Resources Institute, Ashington, D.C.

MIRA (2007) Milieu- en natuurrapport Vlaanderen, Achtergronddocument 2007 Vermesting. Overloop S., Bossuyt M., Ducheyne S., Dumortier M., Eppinger R., Van Gijsegem D., Van Hoof K., Vogels N., Vanden Auweele W., Wustenberghs H., D'hooghe J., Vlaamse Milieumaatschappij, [www.milieurapport.be](http://www.milieurapport.be)

Morton, M. (eds) (1987), *Rubber technology*, 3rd ed, New York: v Nostrand Reinhold Co

NEN(2004), NEN 8006, Environmental data of building materials, building products and building elements for application in environmental product declaration – Assessment according to the Life Cycle Assessment (LCA) methodology.

NIBE (2011a), *NIBE's Basiswerk Milieuclassificaties Bouwproducten – Deel 1: Draagconstructies*, NIBE Publishing, The Netherlands.

NIBE (2011b), *NIBE's Basiswerk Milieuclassificaties Bouwproducten – Deel 2: Gevels en Daken*, NIBE Publishing, The Netherlands.

NIBE (2011c), *NIBE's Basiswerk Milieuclassificaties Bouwproducten – Deel 3: Afwerkingen*, NIBE Publishing, The Netherlands.

Ott et al, 2006 , Ott, Walter, Baur, Martin and Kaufmann, Yvonne, e c o n c e p t AG, Frischknecht, Rolf and Steiner, Roland, ESU-services, 2006. , NEEDS, project, FP6, RS1b\_D4.2, "Assessment of Biodiversity Losses".

Pasman W.P.M., Scholten J.A., van Groningen C. & Veldkamp I.H.J.T. (1993), *Burgerwerk en kleine aannemingen - onderhoud en herstel*, nr. 1/1993, een uitgave van Misset Bouw, een onderdeel van Uitgeversmaatschappij C.Misset bv., Doetinchem, Nederland, 467 blz.

Perret, J. (1995), Guide de la maintenance des bâtiments, Diagnostic d'un patrimoine bâti existant, prévention des désordres et actions pour y remédier, 308 fiches techniques de suivi des ouvrages, Le Moniteur, Paris, France

Putzeys, K., Spirinckx, C. (2008), et al., Final note on extreme cases, chapter 2: Data collection for extreme types, SuFiQuaD, Sustainability, Financial and Quality evaluation of dwelling types, December 2008.

Preiss, Ph, Volker Klotz (2008), revised Description of updated and extended tools for the detailed site-dependent assessment of External costs EcoSenseWeb, Report NEEDS, IER, 2008.

Pretty ,J. N.,Mason,C. F.,Nedwell,D. B. et al. (2003), Environmental costs of freshwater eutrophication in England and Wales. Environmental Science and Technology, 37,201 –208.

Ruijgrok, Dr.ir. E.C.M. , Dr.ir. R. Brouwer prof. dr. H. Verbruggen, 2004. Waardering van Natuur, Water en Bodem in Maatschappelijke Kosten-batenanalyses. Aanvulling op de Leidraad OEI. In opdracht van het ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit, in samenwerking met de ministeries van Verkeer en Waterstaat, Economische Zaken, Financiën en VROM.RWS 2004

Sezzi G. (2009), The ceramic tile market in Europe, Cersaie, September 2009, via [http://www.eufgs.com/en/PDF/PresentazioneEUF\\_giugno2010\\_sezzi\\_en.pdf](http://www.eufgs.com/en/PDF/PresentazioneEUF_giugno2010_sezzi_en.pdf)

Söderqvist, T. and Hasselström, L.( 2008 ). the Economic Value of Ecosystem Services Provided by the Baltic Sea and Skagerrak. <http://www.naturvardsverket.se/Documents/publikationer/978-91-620-5874-6.pdf>

Spielman M., Bauer C. (2007), et al., Transport services, ecoinvent report no.14, 2007

Spirinckx, C. (2009), Note on elaboration of refined methodology and workinstrument, chapter 3, §1 Harmonisation process of the life cycle inventory data, SuFiQuaD, June 2009

Stichting Bouwresearch (SBR) (1998), *Levensduur van bouwproducten, praktijkwaarden*, Stichting Bouwresearch (SBR), 1985, herzien in 1998, Rotterdam, Nederland

Ten Hagen & Stam bv (2000a), *Bouwkosten - Burgerwerk - Groot Onderhoud – update 2000*, Ten Hagen & Stam uitgevers, Den Haag, Nederland, ISBN 90.70011.76.X.

Ten Hagen & Stam bv (2000b), *Bouwkosten - Burgerwerk - Klein Onderhoud – update 2000*, Ten Hagen & Stam uitgevers, Den Haag, Nederland, ISBN 90.70011.86.7.

UNEP (Lead authors: Huovila P., Ala-Juusela M., Melchert L. and Pouffary S.) (2007), *Buildings and Climate Change: Status, Challenges and Opportunities*, UNEP Sustainable Buildings and Climate Initiative, Paris, France, 78p.

Val-i-pack (2009), jaarverslag 2009

van den Dobbelsteen, A., Alberts, K. (2001), *Milieueffecten van Bouwmaterialen – duurzaam omgaan met grondstoffen*, Delft: TU Delft, geraadpleegd op 22 februari 2012, via <http://www.wegwijzerduurzaambouwen.be/pdf/174.pdf>

van den Dobbelsteen A. (2004), *The Sustainable Office – an exploration of the potential for factor 20 environmental improvement of office accommodation*, PhD thesis, TU Delft, Delft, The Netherlands, 2004, 520p.

van den Dobbelsteen, A., Alberts, K. (2005), *Bouwmaterialen, milieu & gezondheid*, Amsterdam: WEKA uitgeverij B.V.

Vlaams Instituut voor Bio-Ecologisch bouwen en wonen (VIBE) (2007), *VIBE-fiches: Keuzefiche: Bouwmaterialen / isolatiematerialen*, februari 2007, met ondersteuning van de Vlaamse overheid, geraadpleegd op 19 februari 2012 via [http://www.vibe.be/downloads/1.Technische\\_documentatie/Bouwmaterialen%20en%20gezondheid/KF\\_isolatiematerialen.pdf](http://www.vibe.be/downloads/1.Technische_documentatie/Bouwmaterialen%20en%20gezondheid/KF_isolatiematerialen.pdf)

Watkiss, P., Anthoff, D., Downing, T., Hepburn, C., Hope, C., Hunt, A., Tol, R. (2005): *The Social Cost of Carbon (SCC) Review – Methodological Approaches for Using SCC Estimates in Policy Assessment*. Final Report. AEA Technology Environment, Harwell, November 2005

Woodforum.be (2012), *Toepassingen*, geraadpleegd op 4 april 2012, via <http://www.woodforum.be/nl/toepassingen>

WTCB et al (2011), *Onderhoudsgids voor duurzame gebouwen*, editie 2011, in samenwerking met de Confederatie Bouw, het Nationaal College van Deskundigen Architecten van België, het

het Technisch Controlebureau voor het Bouwwezen (SECO) en het Wetenschappelijk en Technisch Centrum voor het Bouwbedrijf (WTCB), WTCB, Brussel, 69p.

